

Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München

Das Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Optimum
des Eiparasiten *Asolcus semistriatus* (Nees)
(*Hym. Proct. Telen.*)

Ein experimenteller Beitrag zur biologischen Bekämpfung der Getreidewanze

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER HOHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT
DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Vorgelegt von
A. S. TALHOUK
aus Beirut/Libanon

1960

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Zwölfer, Prof. Dr. M. Kästner

Tag der mündlichen Prüfung: 27.7.1960



Sonderdruck aus Z. ang. Entomologie Bd. 48 (1961) 1, S. 1–33

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomech. Wiedergabe, vorbehalten

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München

Das Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Optimum des Eiparasiten *Asolcus semistriatus* (Nees) (Hym. Proct. Telen.)

Ein experimenteller Beitrag zur biologischen Bekämpfung
der Getreidewanze

Von A. S. TALHOUK, Beirut

Mit 15 Abbildungen

I. Einleitung

Die Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Pentatomidae) ist ein wirtschaftlich sehr bedeutender Schädling an Weizen, Gerste und Roggen in vielen Getreideanbaugebieten des Nahen Ostens (Iran, Syrien, Türkei, Irak, Afghanistan, Pakistan [vgl. „Distribution Maps of Insect Pests“, No. 40, Commonw. Instit. Entom.]) und in einigen europäischen und westsibirischen Staaten der USSR. In neuerer Zeit ist diese Art auch in manchen Teilen Libanons schädlich aufgetreten und in einer Stärke, daß Bekämpfungen durchgeführt werden mußten, um totale Ernteverluste zu verhindern. Im libanesisch-syrischen Gebiet trat die Getreidewanze in den letzten Jahrzehnten in 2 Schad-Perioden auf. Der ersten, sehr schädlichen Periode von 1935 bis 1938 folgte eine Zeit geringerer wirtschaftlicher Bedeutung bis zum Jahre 1956. Seitdem sind die Schäden wieder von Jahr zu Jahr gestiegen.

Ihre Rolle für die genannten Länder wird deutlich, wenn man bedenkt, daß für die Bewohner des Vorderen Orients mit einer Gesamtzahl von etwa 150 Millionen (UN Pub. 1958) Getreideprodukte die Ernährungsgrundlage bilden und große Teile ihrer Getreideanbau-Flächen (ca. 16,7 Millionen Hektar [FAO Prod. Yr. Bk. 1959]) von der Wanze befallen werden, wodurch schon jährliche Ernte-Verluste bis zu 70 Millionen Dollar entstanden sind (FAO-Eurygaster-Konferenz, Meknes, 1959).

Sie gaben der FAO-Organisation der Vereinten Nationen Veranlassung, regionale Studiengruppen zu schaffen und bekannte Entomologen mit dem Studium der Bionomie und der Bekämpfungsmöglichkeiten des Schädlings zu beauftragen.

Die durch *Eurygaster* an den Haupt-Getreidearten verursachten Schäden zwangen die Regierungen mancher Länder des Vorderen Orients schon seit langem zu energischen Abwehrmaßnahmen. Dabei kamen mechanische, chemische und biologische Verfahren zur Anwendung. Unter diesen sind die biologischen, wie noch gezeigt werden wird, besonders aussichtsreich.

Für sie kommen in erster Linie einige Eiparasitenarten der Gattung *Asolcus* (Hym. Proct. Scel.) in Frage, die schon unter natürlichen Bedingungen einen erheblichen biologischen Regulationswert besitzen. Unter ihnen ist im letzten Jahrzehnt in der Umgebung von Isfahan (Iran) *Asolcus* (= *Microphanurus*) *semistriatus* Nees, wiederholt nach dem Infektionsverfahren und mit Erfolg zur biologischen Bekämpfung von *E. integriceps* eingesetzt worden.

Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens im Großen ist die künstliche Massenzucht des Eiparasiten, die in Isfahan bislang nach rein praktischen Erfahrungen durchgeführt wurde. Ihre wissenschaftliche Fundierung erfordert neben einer genauen Kenntnis der Bionomie des Eiparasiten auch diejenige seiner optimalen Entwicklungsbedingungen sowie die Klärung einiger weiterer Fragen, die für seine Massenzucht von Bedeutung sind. Kurz zusammengefaßt handelt es sich um folgende Probleme:

1. Welches ist das Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Optimum für die Entwicklung von *A. semistriatus* in parasitierten Wanzeneiern?
2. Wie lange (und bei welchen niederen Temperaturen) bleiben parasitenfreie *Eurygaster*eier durch *A. semistriatus* parasitierungsfähig?
3. Wie lange (und bei welchen niederen Temperaturen) lassen sich parasitierte *Eurygaster*eier so lebendfrisch erhalten, daß der Parasit bei Verbringung der Wirtseier unter höhere Temperaturen ohne Schädigung seiner Fortpflanzungsfähigkeit noch schlüpft?
4. Unter welchen Bedingungen sind *Eurygaster*eier mit fortgeschrittener Embryonalentwicklung noch für Parasitenzuchten erfolgreich verwendbar?

Die experimentelle Bearbeitung dieser Fragen war das Ziel der vorliegenden Untersuchung. Sie wurde vom Verfasser nach eingehender Besprechung mit Prof. ZWÖLFER, der damals als FAO-Experte an der türkischen *Eurygaster*-Station in Diyarbakir wirkte, in den Jahren 1958–59 in den gut eingerichteten Laboratorien der landwirtschaftlichen Abteilung der Amerikanischen Universität in Beirut/Lib. durchgeführt. Die Auswertung der Versuche erfolgte teils dort, teils am Institut für angewandte Zoologie in München¹.

Der Darstellung der experimentellen Ergebnisse sei ein kurzer Überblick über Lebensweise und Bekämpfungsmöglichkeiten der Wirtsart, *Eurygaster integriceps* Put., vorausgeschickt.

A. Zur Bionomie und Bekämpfung der Getreidewanze *E. integriceps* Put. als Wirtstier von *A. semistriatus* Nees.

1. Bionomie

Eurygaster integriceps überwintert als Imago. Während die Wanzen im Iran (ADLE 1927), in der Türkei (ZWÖLFER 1930, 1959) und teilweise auch in

¹ Dem Leiter dieses Institutes, Herrn Prof. ZWÖLFER, bin ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für mancherlei Hinweise und Ratschläge zu Dank verpflichtet. Zu Dank verpflichtet bin ich ferner der FAO, Rom, für die Gewährung eines Stipendiums zur Ausarbeitung der vorliegenden Ergebnisse in München, dem libanesischen Landwirtschaftsministerium Beirut, das mich für das ANDRÉ-MEYER-Stipendium der FAO vorschlug und der landwirtschaftlichen Fakultät der Amerikanischen Universität Beirut, die mich entgegenkommenderweise von meinen dienstlichen Verpflichtungen beurlaubte. An dieser Stelle möchte ich ferner all jenen danken, die meine Arbeit förderten: So den Herren Dr. POSTNER, Dr. SCHWENKE und KURT WILHELM vom Inst. f. angew. Zool., München.

Rußland (ARNOLDI 1942) Überwinterungsplätze in höheren Lagen von 800 bis 1800 m Meereshöhe bevorzugen, überwintern sie in manchen Gegenden von Syrien (ACHARD 1926) und scheinbar auch im Irak (SCOTT 1924) vielfach in der Nähe von Getreidefeldern in Weinbergen in nur 300–400 m Meereshöhe, die sie als Überwinterungsplätze den etwa 35–50 km entfernten höheren Gebirgen gegenüber angeblich bevorzugen. Im Libanon übersommern (und überwintern auch vermutlich) viele Wanzen in gleicher Höhe der Getreidefelder, die hier zwischen 900–1000 m zum Teil bis 1300 m Höhe gelegen sind. Ähnliches teilt VASSILIEV 1913 für den Kaukasus mit.

Während der Winterdiapause liegen die Wanzen bewegungslos unter dem abgestorbenen Fallaub verschiedener breitblättriger Bäume und Sträucher. Sowie die Bodentemperatur im März–April steigt, werden sie wieder aktiv. Bei 18°C beginnen sie zu den Getreidefeldern zu fliegen. Im Libanon findet diese Frühjahrswanderung je nach der Witterung Ende März oder Anfang April statt, wenn der Winterweizen ca. 20–22 cm Höhe erreicht hat. In den Getreidefeldern angelangt, beginnen die überwinterten Tiere sofort mit der Nahrungsaufnahme (Saugen des Saftes). Da ohne diese Nahrungsaufnahme die ♀♀ nicht imstande sind, Eier zu produzieren, handelt es sich also um einen obligatorischen Reifungsfraß. Er dauert ungefähr 2 Wochen. Schon dieser Reifungsfraß kann zu erheblichen Schäden führen: Nach türkischen Beobachtungen (ZWÖLFER 1959) dann, wenn 4 oder mehr Wanzen je qm auftreten und die Getreidepflanzen noch schwach entwickelt sind. Dieser Schaden besteht in einer Abtötung des Sprosses oberhalb der Saugstelle, wodurch im allgemeinen solche Pflanzen nach einigen Tagen absterben. Ist dagegen der Boden auf Grund von Bewässerung oder nach einem Regen feucht genug, verbuschen die angestochenen Pflanzen und reifen verspätet². In einigen Getreidegebieten Nordwest-Syriens wurden vom Verfasser 10–20% Ernteverlust durch Frühschäden infolge *Eurygaster*-Befalls festgestellt. Ähnliche Zahlen werden aus Iran berichtet (VODJANI 1954).

Unmittelbar nach Eintritt der Geschlechtsreife finden Kopulation und Eiablage statt. Zu Beginn der Eiablageperiode werden die Eier an der Unterseite von Unkrautblättern abgelegt, späterhin werden die Blätter der Wirtspflanze bevorzugt. Doch findet bei Massenvermehrung die Eiablage selbst an leblosen Gegenständen statt. Normalerweise schlüpfen die Junglarven im Libanon und in Syrien 7–10 Tage nach der Eiablage. Sie suchen Getreideblätter und -sprosse auf und fangen zu saugen an; die später schlüpfenden Larven saugen auch an den reifen Ähren. Individuen des ersten bis dritten Larvenstadiums töten den Sproß noch nicht.

Es werden 5 Larvenstadien durchlaufen, wobei der verursachte Schaden von Stadium zu Stadium zunimmt. Die meisten Larven erreichen das 4.–5. Stadium zu einer Zeit, wo die Weizenkörner sich schon im Stadium der „Milchreife“ befinden. Sie verlassen dann die vegetativen Teile der Pflanze, um den Saft der weichen Getreidekörner zu saugen. Gewöhnlich ist der Saugschaden, der von den fortgeschrittenen Larven und jungen Adulten verursacht wird, viel größer als der von den überwinterten Adulten. So konnte vom Verfasser wiederholt in Syrien und Libanon ebenso wie von ZWÖLFER (1932) in der Türkei, von ADLE (1927) und VODJANI (1954) im Iran und von ARKHANGELSKII (1940) in Rußland ein von der neuen Generation verur-

² Diese Verspätung der Ernte dehnt später die Fraßzeit der neuen Generation um ca. 10 bis 15 Tage aus, so daß eine starke *Eurygaster*-Population erzeugt werden kann.

sachter 100prozentiger Verlust der Ernte über große Flächen festgestellt werden.

In geringerem Umfang vorhandene Saugtätigkeit führt zumindest zu erheblicher qualitativer Schädigung der Körner.

2. Bekämpfung

Wie bereits erwähnt, gelangten bisher bei der Bekämpfung von *E. integriceps* mechanische, chemische und biologische Verfahren zur Anwendung.

Die mechanischen Abwehrmaßnahmen, die sich auf ein Absammeln der Wanzen von Hand oder auf ihre Vernichtung in den Winterlagern durch Feuer beschränkten und seit alter Zeit bis in die Gegenwart geübt wurden, führen zu keinen befriedigenden Ergebnissen.

So wurden z.B. in einem Dorf in Nordwestsyrien im Frühjahr 1951 7½ Fässer von je 5000 Liter Inhalt voll erwachsener Wanzen gesammelt und verbrannt; 1952 waren es 8 solcher Fässer voll. Obgleich das Sammeln in diesem Gebiet seit fast drei Jahrzehnten durchgeführt wird, beträgt der jährliche Ernteausfall durch die Wanze immer noch 20 bis 40 %.

Das chemische Bekämpfungsverfahren, das heute im großen Maßstab in Iran, in der Türkei, in Libanon, Syrien und USSR angewandt wird, kam mit der Entwicklung der modernen Kontaktinsektizide auf. Es hatte erst in den Nachkriegsjahren Bedeutung erlangt und spielt heute in der *Eurygaster*-bekämpfung im Nahen Osten die Hauptrolle. Als Kampfstoffe kommen vorwiegend Präparate auf DDT- (TZITOVICH und SNITKO 1950) oder auf Phosphoresterbasis (TALHOUK 1951, 1954) zum Einsatz. Trotz bester Erfolge, die mit den chemischen Verfahren erzielt werden können, ist ihr Kostenaufwand so erheblich (gemessen an den vergleichsweise niederen monetären ha-Erträgen der Weizenkulturen), daß der wirtschaftliche Nutzeffekt von chemischen Großkampfkationen nicht immer erreicht wird.

So beliefen sich³ die Kosten einer chemischen Flugzeugbekämpfung von *Eurygaster* mit DDT-Staubmitteln in der Türkei 1957–58 bei einmaligem Einsatz auf etwa 20–30 % des Wertes des durchschnittlichen Ernteertrages der Weizenfelder. Wenn eine Wiederholung der Aktion notwendig war, entfielen somit 40–60 % des monetären Gesamtertrages auf reine Bekämpfungskosten, was die Wirtschaftlichkeit der chem. Flugzeugbekämpfung (mit Stäubemitteln) in Frage stellt.

Die biologischen Bekämpfungsmöglichkeiten von *E. integriceps*, soweit sie im einschlägigen Schrifttum bislang Berücksichtigung fanden, seien im folgenden zusammenfassend erörtert.

II. Der Haupt-Vertilgerkreis von *E. integriceps* Put. und sein Einsatz zur biologischen Bekämpfung

Wie bei jeder Tierbevölkerung, so wirken auch bei *E. integriceps* zahlreiche natürliche Feinde hemmend auf das Wachstum seiner Population ein. Neben entomophagen Pilzen sind Vertreter verschiedener Tierklassen im Verbreitungsgebiet der Wanze als Predatoren und Parasiten beobachtet worden. Unter diesen sind Reptilien (*Lacerta*-Arten), Vögel (besonders Feld- und Haushühner) sowie Insektenarten (*Hym.* und *Dipt.*) vertreten.

³ Nach ZWÖLFER 1959.

Von entomophagen Pilzen fanden gegen *E. integriceps* in Südrußland im Überwinterungslager in Wäldern *Beauveria bassiana* (POSPELOV 1940, 1944) und *Aspergillus repens* (EVLAKHOVA 1953) erfolgreich zur biologischen Bekämpfung Anwendung.

Durch massierten Einsatz von Haushühnern erzielte KHARA-MURZA (1941) in der südöstlichen Ukraine gegen *Eurygaster* und *Aelia* (einer anderen, ebenfalls an Getreide schädlichen Wanzenart) im Überwinterungslager in Wäldern beachtliche Ergebnisse: In 23 Tagen verminderten 6000 Hühner auf 230,85 Hektar die Zahl der dort überwinternden Wanzen von 62 Stück je m² um 97,7 %. ALEKSEEV und SHCHEPETIL'NIKOVA (1941) wollen unter ähnlichen Verhältnissen bei 76,5 Wanzen je m² mit 51 000 Haushühnern eine Waldfläche von 2,268 Hektar durch Reduktion der überwinternden Wanzenpopulation um 93–99 % gesäubert haben. Auf Grund zweijähriger Erfahrungen geben sie für verschiedene Wanzen-Populationsdichten die zur wirksamen Bereinigung erforderlichen Hühnerzahlen je Flächeneinheit an.

Wo sich die Überwinterungslager der Wanzen in der Nähe von Ansiedlungen befinden, was jedoch in den meisten Wanzengebieten Vorderasiens nicht der Fall ist, kommt dem Einsatz von Hausgeflügel als biologischem Bekämpfungsmittel hiernach sicher Bedeutung zu.

Unter natürlichen Bedingungen spielt die reduzierende Wirkung verschiedener Insektenparasiten auf *Eurygaster*populationen die bedeutendste Rolle. Dipteren- und Hymenopterenparasiten sind an ihr beteiligt.

Unter den ersteren nennt bereits VASSILIEV (1913) aus Südrußland zwei Tachinen (*Phasia crassipennis* F. und *Helomyia lateralis* Meig.) als häufige *Eurygaster*schmarotzer. Sie wurden inzwischen fast für das gesamte Verbreitungsgebiet der Wanze als solche nachgewiesen. Erstere greift nur die Imaginalstadien von *Eurygaster* an, während letztere auch die Nymphen befällt. Diese besitzt nach CHERNOVA (1947) von beiden die größere Fruchtbarkeit.

Eine dritte Tachinide, und zwar *Alophora subcoleopterata* L. zog FEDOTOV (1944) zu 11,8 % aus überwinternden Wanzen; örtlich waren 80–85 % der Wanzen durch sie vernichtet. Da die jungen Imagines von *Eurygaster*, die im Sommer auftreten, noch nicht von ihr parasitiert sind, muß der Befall durch *Alophora* im Überwinterungslager erfolgen. Nach FEDOTOV könnte ihr Einsatz zur biologischen Bekämpfung wirksam sein.

RUBZOV (1947) teilt bionomische und ökologische Daten über diese Art und über *H. lateralis* mit: Höhere Temperaturen, die sich in nicht bewässerten Feldern häufig einstellen, beeinträchtigen die Entwicklung besonders von *Alophora*. Nach ZWÖLFER (1932) und STROGOYA (1950) führt der Befall mit *Phasia crassipennis* zur Sterilität der weiblichen Wanzen. *A. subcoleopterata* wurde von LODOS (1952) auch für die Türkei in 5 bis 25 % parasitierter Wanzen nachgewiesen; ZWÖLFER stellte 1958 (nach mündlicher Mitteilung) bei einer Gesamtparasitierung von 25 bis 27 % im Südosten der Türkei weiterhin *Helomyia lateralis* Mg. und *Clytiomyia belluo* F. fest.

Trotz der beachtlichen Rolle, die verschiedene Tachinenarten im Naturhaushalt bei der Dezimierung von *Eurygaster*populationen spielen, ist ihr Einsatz zur biologischen Bekämpfung der Getreidewanzen bislang noch nicht versucht worden. Ihre künstliche Massenzucht – eine Voraussetzung für den Erfolg solcher Maßnahmen – ist bis jetzt, worauf auch HERTING (1960) hinweist, noch nicht gelungen. Ob eine genauere Kenntnis ihrer Lebens- und Entwicklungsbedingungen Massenzucht und biologischen Bekämpfungsein-

satz später einmal ermöglichen werden, ist zweifelhaft. Die anderwärts mit der Massenzucht von Tachinen gemachten Erfahrungen sind wenig ermutigend.

Übrigens bemerkte schon VASSILIEV (1913), daß das Vermehrungspotential von *Eurygaster* (mit durchschnittlich 150 Eiern je ♀ und einem Sexualindex von 0,5) größer ist als jenes der Tachinen dieses Wirtes, selbst wenn man nur die bivoltinen Vertreter in Betracht zieht. Er verweist in diesem Zusammenhang auf die wesentlich günstigeren Aussichten, die gewisse, zu den Proctotrupiden gehörende Eiparasiten der Gattung *Asolcus* dank ihrer hohen jährlichen Generationenzahlen und leichten Züchtbarkeit für biologische Bekämpfungszwecke bieten.

Seit diesem Hinweis von VASSILIEV, der auch über die ersten biologischen Bekämpfungserfolge mit einem Vertreter dieser Gruppe (*Asolcus semistriatus* [Nees]) in Südrußland berichtete⁴, sind die Eiparasiten der Getreidewanze in verschiedenen Ländern ihres Verbreitungsgebietes eingehender studiert worden. Folgende Arten wurden dabei bis jetzt festgestellt:

Wirt	Land	Autorität
<i>Proctotrupoidea, Scelionidae:</i>	Südrußland	
<i>Asolcus semistriatus</i> (Nees)	Westsibirien	
(= <i>Microphanurus semistriatus</i> Nees)	Türkei, Iran	VASSILIEV, 1913
	Syrien, Libanon	ZWÖLFER, 1932 a
<i>Asolcus vassilievi</i> (Mayr.)	Südrußland	ALEXANDROV, 1949
	Iran, Türkei	TALHOUK, in lit.
	Syrien, Libanon	
<i>Dissolcus rufiventris</i> Mayr.	Iran	
<i>Triassolcus simoni</i> Mayr.	Iran	
<i>Telenomus sokolovi</i> Mayr.	Iran	ALEXANDROV, 1949
<i>Phanurus politus</i> Mayr.	Iran	
<i>Hadronotus pedest</i> Kief.	Iran	
<i>Hadronotus carinatus</i> Masner i. L.	Türkei	ZWÖLFER, 1959
Chalcididae:		
<i>Ooencyrtus telenomicida</i> Vass.	Südrußland	VASSILIEV, 1913
	Iran	ALEXANDROV, 1949
	Türkei	ZWÖLFER, 1959

Die beiden erstgenannten Arten dieser Liste, *Asolcus semistriatus* N. und *A. vassilievi* M., die vielfach als Haupt-Eiparasiten auftreten, sind bisher am eingehendsten untersucht worden. Die folgenden Daten über *A. semistriatus* gründen sich im wesentlichen auf Angaben der einschlägigen Literatur:

Asolcus (Microphanurus) semistriatus (Nees)

1. Zur Taxonomie

Diese früher zur Gattung *Telenomus* gerechnete Art wird gegenwärtig in dem sehr umfangreichen Schrifttum über *Eurygaster integriceps* meist unter dem Gattungsnamen *Microphanurus* geführt. WATANABE (1951) wies nach, daß die Gattung *Microphanurus* Kiefer (1926) synonym ist zu *Asolcus* Nakagawa (1900)⁵. Demzufolge ist der gültige Name der behandelten Art „*Asolcus semistriatus*“ (Nees 1834).

⁴ Er importierte parasitierte *Eurygaster*-Eier in Massen aus Zentral-Asien, wo ihre Entwicklung um mehrere Wochen früher einsetzt, nach Südrußland und setzte sie hier in den von *Eurygaster* bedrohten Feldern aus.

⁵ Diesen Hinweis verdanke ich Herrn F. BACHMAIER, München.

2. Geographische Verbreitung

Das sehr ausgedehnte paläarktische Verbreitungsgebiet der Art umfaßt Teile der USSR, Iran, Türkei, Syrien, Libanon, Westeuropa (Deutschland, Schweiz, Ungarn, Österreich) und auch wahrscheinlich die Zwischengebiete dieser Länder. Nach DALLA TORRE (1898) reicht es bis in die boreale Zone der paläarktischen Region.

3. Wirte

A. semistriatus ist hinsichtlich der Entwicklung seiner Larven stark polyphag. Sie entwickeln sich in den Eiern vieler Pentatomidenarten – ein Umstand, der für den Massenwechsel dieser Wespe, worauf ZWÖLFER (1932 a und 1959) hinwies, von erheblicher Bedeutung ist. Außer *Eurygaster integriceps* Put. sind die Eier folgender Pentatomidenarten als Wirtmaterial bekannt geworden:

Wirt	Land	Autorität
<i>Odontotarsus robustus</i> Jack.	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>O. purpureo-lineatus</i> (Rossi) var. <i>obsoletus</i> Horv.	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>O. plicatulus</i> Horv.	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>Psacasta exanthematica</i> (Scop.)	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>Eurygaster austriacus</i> (Schrk.)	Ungarn	MANNINGER u. MANNINGER, 1933
	Österreich	BULLMANN u. FABER, 1958
<i>E. maurus</i> (L.)	USSR	VASSILIEV, 1913
	Ungarn	MEIER, 1940 b MANNINGER u. MANNINGER, 1933
	Schweiz	DEFAGO, 1937
	Deutschland	TISCHLER, 1938
	Österreich	BULLMANN u. FABER, 1958
<i>Graphosoma stali</i> Horv.	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>Apodiphus amygdali</i> (Germ.)	Iran	ALEXANDROV, 1949
<i>Aelia acuminata</i> (L.)	Ungarn	MANNINGER u. MANNINGER, 1933
	Iran	ALEXANDROV, 1949
<i>A. obtusa</i> Fieb.	USSR	POLIVANOVA, 1957
<i>A. rostrata</i> Boh.	Türkei	ZWÖLFER
	USSR	POLIVANOVA, 1957
	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>Palomena</i> sp.	Deutschland	TISCHLER, 1938
<i>Chlorochroa pinicola</i> (Muls.)	W. Slowakei	JAHN, 1942
<i>Carpocoris fuscipennis</i> (Boh.)	Türkei	ZWÖLFER, 1932 a
	Iran	ALEXANDROV, 1949
	USSR	POLIVANOVA, 1957
<i>C. purpureipennis</i> (Deg.)	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>C. pudicus</i> (Poda)	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>Codophila varia</i> (F.)	Türkei	ZWÖLFER, 1959
<i>Dolycoris baccarum</i> (L.)	Iran	ALEXANDROV, 1949
	USSR	KAMENKOVA, 1957; POLIVANOVA, 1957
<i>Eurydema ornatum</i> (L.)	Türkei	ZWÖLFER, 1959
var. <i>cruentatum</i> Put.		
<i>Eurydema</i> sp.	Deutschland	TISCHLER, 1938
<i>Picromerus bidens</i> (L.)		SELLKE (zit. nach TISCHLER, 1939 – Z. Morph. u. Ökol. Tiere 35: 251–287)

4. Zur Bionomie

Die Imago nimmt in freier Natur süße Säfte (Nektar, Honigtau), unter Laborbedingungen auch Zuckerlösung an (ALEXANDROV 1949). Eiablage der ♀♀ ist auch ohne vorherige Nahrungsaufnahme möglich, doch steigert diese die Eizahl je ♀ und wirkt lebensverlängernd (CAN 1960). TISCHLER (1938) hielt *semistriatus*-♀♀ der Sommergeneration nach Fütterung mit Zuckerlösung bis Ende November am Leben und überwinterte sie dann erfolgreich im kühlen Raum. Die Überwinterung erfolgt in der Regel als begattetes, seltener als unbegattetes ♀ (ALEXANDROV (1949)). Sie findet in freier Natur wohl meist unter Borkenschuppen verschiedener Baumarten (SIDOROVNINA 1940, ARCHENGEL'SKI 1940, ZWÖLFER 1959) statt. Die ♂♂ sterben im Herbst ab. Nach HIBRAWI (1930) sollen die ♀♀ so lange leben, bis sie Gelegenheit zur Eiablage hatten. Dies ist nur bedingt richtig: Es darf nicht gefolgert werden, daß bei Entzug der Eiablagemöglichkeit die ♀♀ beliebig lange am Leben erhalten werden können. So hat ZWÖLFER (1932 a) die trächtigen ♀♀ mit Zuckerwasser 7 Wochen lebend erhalten, zu welchem Zeitpunkt der Versuch durch das Eindringen von Ameisen gestört wurde. VASSILIEV (1913) gelang es, ♀♀ von *A. vassilievi* ca. 10 Wochen am Leben zu erhalten. Er vermutet, daß bei dauernder Fütterung die ♀♀, wenn ihnen keine Gelegenheit zur Eiablage geboten wird, über ein Jahr lang am Leben bleiben können⁶. Die Versuche von VASSILIEV und ZWÖLFER fanden mit Tieren einer Sommergeneration statt, die normalerweise nicht überwintert. BORODIN (1916) gelang es, die Wespen (mit Zuckerfütterung) 5 Monate am Leben zu halten.

Die Praeovipositionsperiode ist kurz. Nach ALEXANDROV (1949) dauert sie ca. 3 Tage. Während dieser Zeit findet die Kopula statt: Das ♂ reitet dabei für wenige Minuten auf dem ♀. Es stirbt kurz danach ab. Die Eiablage der ♀♀ setzt bald nach der Kopula ein. DEFAGO (1937) und TISCHLER (1938) geben an, daß sie am 3. oder 4. Tag nach der Begattung erfolgt. ZWÖLFER (1932 a) beobachtete Eiablage der ♀♀ unmittelbar nach dem Schlüpfen der Wespen⁷.

Der Vorgang der Eiablage vollzieht sich in folgender Weise: Das ♀ läuft rasch über die Wirtseier, hält von Zeit zu Zeit und betrillert sie mit den Fühlern. Offenbar prüft es sie auf ihre Eignung zur Ablage. Hat es ein geeignetes Wirtsei gefunden, krallt es sich an diesem mit den Hinterbeinen fest, hebt den Körper bis er fast senkrecht zum Wirtsei steht und sticht dann den Ovipositor in das Wirtsei. Die Zeit zur Belegung eines Wirtseies währt bei 23°C ca. 2½ Minuten (ZWÖLFER 1932 a). Die Belegung eines vollen *Eurygaster*geleges, das meist 13–14 Eier umfaßt, erfordert nach ALEXANDROV (1949) 50–60 Minuten.

⁶ Doch ist die Lebensdauer der ♀♀, denen keine Eiablagemöglichkeit zur Verfügung steht, auch von der Außentemperatur abhängig. Nach mündlicher Mitteilung von ZWÖLFER wird sie bei langfristiger Temperatureinwirkung von 35°C erheblich verkürzt. Ein Umstand, der besondere Beachtung verdient, da solch hohe Temperaturwerte im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes der Wespen im Sommer normalerweise erreicht werden.

⁷ Auch dies dürfte temperaturbedingt sein: Ich selbst habe ähnliches wie ZWÖLFER festgestellt. Aber die Zahl der Eier, die ein ♀ während der ersten beiden Tage seines Lebens legt, ist viel geringer als jene nach 4 oder 6 Tagen. Auch das Alter der Wirtseier wirkt stimulierend: So wurden ein Tag alte *Eurygaster*eier, die frisch geschlüpften Wespenweibchen 3 Tage lang zur Verfügung standen, zu 2,8 bis 66,6 % parasitiert. Beim Vergleichsversuch mit 4–5 Tage alten Wespen stieg der Prozentsatz parasitierter *Eurygaster*eier auf 64,2 bis 100 % (Durchschnitt 91,8 %).

Frisch gelegte Wanzeneier, die schon von anderen Parasiten-♀♀ belegt wurden, werden nicht mehr zur Ablage angenommen. Nach ALEXANDROV loc. cit.) sollten die ♀♀ beim Herausziehen des Ovipositors nach vollzogener Eiablage die Oberfläche des Wirtseies „markieren“, was auch von einigen anderen Proctotrupiden bekannt ist (nach SWEETMAN 1958). ALEXANDROV beobachtete ferner im Laboratorium, daß wenn die Anzahl Wirtseier zur Belegung durch mehrere ♀♀ nicht ausreicht, diese, um in den „Besitz“ eines Eies zu gelangen, miteinander kämpfen, wobei jedes ♀ versucht, dem anderen die Flügel auszureißen. Wird ein Wirtsei doch von mehreren Wespen-eiern belegt, dann nimmt es zwar die Schwarzfärbung normal parasitierter Wirtseier an, doch entwickeln sich die Wespenlarven in ihm nicht bis zum Imaginalstadium.

Diese Beobachtung widerspricht TISCHLERS (1938) Angabe, daß sich in jedem Wanzenei nur ein Parasit entwickeln könne, obgleich sie „nicht selten mit mehreren Parasiteneiern belegt“ sind⁸.

Die Eier der Scelioniden schlüpfen wenige Stunden nach ihrer Ablage im Wirtsgewebe. Im allgemeinen werden frisch abgelegte Wanzeneier bestiftet, doch können auch Wirtseier belegt werden, deren Entwicklung schon ange laufen ist. TISCHLER (1938) gibt dies bereits für *A. semistriatus* an. Ich selbst konnte diese Erscheinung in meinen Zuchten eingehend studieren: So wurde unter anderem ein *semistriatus*-♀ beobachtet, das eine größere Zahl von *Eurygaster*eiern belegte, die sich im letzten Stadium der Embryonalentwicklung (5. Stufe) befanden und bis zum Schlüpfen der Nymphen normalerweise nur noch 3–4 Tage benötigt hätten. Die bestifteten Gelege wurden isoliert. Nach 3 Tagen verfärbten sie sich wie im normalen Entwicklungsverlauf parasitierter Eier zu violett-rot und später zu schwarz. Zwei Wochen nach ihrer Bestiftung entschlüpften ihnen 48 Wespen.

Im allgemeinen verfärbten sich die Wanzeneier 3–4 Tage nach der Parasitierung zu tiefblau bis schwarz. Doch werden manche der parasitierten Gelege, zuweilen auch nur einzelne Eier opak und hellbräunlich verfärbt. Diese Erscheinung, die schon ALEXANDROV (1949) beobachtete, hat nichts mit Geschlecht oder Fruchtbarkeit der Wespen zu tun. In meinen Laborzuchten bei 5 verschiedenen Temperaturen trat ein hoher Prozentsatz solcher Eier bei relativen Luftfeuchtigkeitswerten von 100% auf. Bei Feuchtigkeitswerten unterhalb 100% dominierte die schwarze Verfärbung. Doch ist dieser Unterschied der Verfärbung nicht nur von physikalischen Bedingungen abhängig; denn unter voll parasitierten Gelegen, deren Eier ein und derselben Feuchtigkeitsstufe ausgesetzt waren, finden sich gelegentlich neben schwarz verfärbten auch einzelne bräunliche.

Die Entwicklung von *A. semistriatus* bis zur Imago hängt wesentlich von der Temperatur ab: ZWÖLFER (1932 a) gibt dafür bei Temperaturen zwischen 18–20°C: 30–34 Tage, bei solchen von 23°C: 16 Tage und für ca. 25°C: 12 bis 14 Tage an. ALEKSEEV (1940) stellte als Entwicklungsdauer bei 32,7°C und 60% r. LF 9 Tage fest, bei 24,6°C und 64% r. LF 13 Tage. Nach MEIER (1940 a) beträgt die Entwicklungsdauer bei 20,2°C und 69,5% r. LF: 23 Tage und bei 24,9°C und 70,3 r. LF 14 Tage. Es ist möglich, daß die verschiedenen Parasiten-Provenienzen, deren sich diese Autoren bei ihren Versuchen bedienten, unterschiedliche Temperaturabhängigkeit der Entwicklung besit-

⁸ BACHMAIER fand übrigens in *intergriceps*-Eiern der türkischen Ausbeute von Prof. ZWÖLFER (nach mündlicher Mitteilung) in einigen Fällen zwei winzige *semistriatus*-Wespen.

zen. Ich selbst erzielte bei 25°C und 75 % r. LF eine Entwicklungsdauer von 11–12 Tagen und bei 30°C und 75 % r. LF eine solche von 7–8 Tagen. Es sei hier angemerkt, daß bei 250–500 parasitierten Wirtseiern, die annähernd gleichzeitig parasitiert werden und die ein und derselben Temperatur- und Feuchtigkeitsstufe ausgesetzt waren, der Unterschied der Schlüpfzeit zwischen dem ersten und letzten Ei 20–30 Stunden betrug. Selbst innerhalb eines parasitierten Geleges von 13–14 Eiern beträgt der Zeitunterschied zwischen dem Schlüpfen des ersten und letzten Eies manchmal mehrere Stunden.

Kurz vor dem Schlüpfen liegt die junge Wespe gekrümmt und fast gefaltet im Wirtsei. In der Regel weist ihr Kopf in Richtung des Deckelapparates des Wirtseies. Vor Verlassen des Wirtseies beißt sie ein kreisrundes Loch, meist etwas seitlich vom Deckelapparat in die Eischale, durch welches sie mit einigen ruckartigen Bewegungen nach außen schlüpft.

Gestalt und Durchmesser des Schlüpfloches zusammen mit der schwarzen oder braunen Farbe des Wirtseies sind Kennzeichen vorausgegangener Parasitierung von Wirtseiern. Diese Verfärbung des Wirtseies bleibt erhalten, nachdem es vom Parasiten verlassen ist. Demgegenüber sind nicht parasitierte Wirtseier nach dem Schlüpfen der Wanzen-Nymphen glasklar durchsichtig und zeigen eine große kreisrunde Öffnung entlang der Naht des Deckelapparates.

Bald nach dem Schlüpfen beginnen die Wespen Futter zu suchen. In der Gefangenschaft nehmen sie ohne weiteres eine 10prozentige Zuckerlösung an. Bei Zimmertemperatur sind sie recht beweglich und laufen von einer Käfigseite zur anderen. Selbst bei 9°C behalten sie ihre Beweglichkeit, obwohl sie merklich langsamer wird. Bei 6°C fallen sie in Kältestarre. Steigt die Temperatur bis 27°C oder mehr an, so wird die Aktivität sehr rege und die Bewegungen sind äußerst rasch. Unter diesen Bedingungen wird weniger gelaufen, sondern meist geflogen. In ihrem Verhalten zum Licht sind die Wespen ausgesprochen positiv phototrop.

A. semistriatus ist zur Parthenogenese befähigt (AVERIN 1913, TISCHLER 1938). Doch erzeugen unbegattete ♀♀, wie viele andere Hymenopteren, nur männliche Nachkommen. Dieser Umstand ist für den Massenwechsel der Wespe von besonderer Bedeutung, da nur ♀ Tiere den Winter überleben. Ihre Begattung findet wahrscheinlich normalerweise wie bei anderen Scelioniden im vorausgehenden Herbst statt. Über das Geschlechterverhältnis der Generationen aus der Vegetationsperiode liegen folgende Beobachtungen vor:

Männchen	Weibchen	Autor
7	30	ZWÖLFER, 1932 a
32	158	TISCHLER, 1938
48	151	TISCHLER, 1938
50 %	50 %	SIDOROVNINA, 1940
—	77–85 %	SHCHEPETIL'NIKOVA, 1940
—	11–84 %	MEIER, 1940 a
—	76–85 %	ALEXANDROV, 1949

Die Zahl der Jahresgenerationen von *A. semistriatus* hängt von den Monatstemperaturen der Gegend ab, in denen die Wespen auftreten und der Anwesenheit parasitierungsfähiger Wirtseier: ZWÖLFER (1932 a) ermittelte auf Grund der Temperatur-Entwicklungsdauerbeziehung der Wespe theore-

tisch für das Gebiet von Kilikien (Türkei) 16 Generationen im Jahr, von denen nur den ersten 3 Generationen die Eier von *E. integriceps* als Wirtsmaterial zur Verfügung stehen. ALEXANDROV (1949) stellte für Veramin bei Teheran (Iran) 14 bis 15 Generationen pro Jahr fest, von denen 3 bis 4 in Eiern von *integriceps* ablaufen: HIBRAWI (1930) gibt für Syrien 3 bis 7 Generationen im Jahr an.

Die Eizahl, die ein ♀ während seines Lebens abzulegen fähig ist, beziffert VASSILIEV (1913) für *A. vassilievi* mit 50. ZWÖLFER (1932a) erzielte (ohne Fütterung der Wespen⁹ bei 26–28°C im Durchschnitt 30 Nachkommen je ♀. MEIER (1940a) stellte bei seinen Versuchen unter 20,2°C und 69,5% r. LF sowie 24,9°C und 70,3% r. LF 89–109 Nachkommen je ♀ fest. SHCHEPETIL'NIKOVA (1940) bei 18,4°C und 75% r. LF im Durchschnitt 88,8 und bei 25°C und 72% r. LF im Durchschnitt 108,6 je ♀. Ähnliche Zahlen nennt ALEXANDROV (1949), der bei Zimmertemperatur und 75% r. LF zwischen 84 und 122 Nachkommen je ♀ ermittelte. Offenbar arbeiteten die russischen Autoren der Jahre seit 1940 bei diesen Versuchen mit Wespenmaterial, das mit Zuckerwasser gefüttert wurde, wie denn neben der Temperatur die Ernährung der ♀♀ vor und während der Eiablagezeit auf die Nachkommenzahl einen erheblichen Einfluß auszuüben scheint.

III. Material und Methode

Um den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Eiparasiten *A. semistriatus* festzustellen, war zunächst die Untersuchung des Einflusses dieser beiden Faktoren auf das nicht parasitierte Wirtsei von *E. integriceps* erforderlich.

Zur Gewinnung der für beide Versuchsreihen benötigten frischen Wirtseier wurden im Frühjahr nach dem Rückflug aus den Winterlagern ♂ und ♀ Wanzen in Massen in den Feldern gesammelt und zu je 150–200 Stück in 50×50×80 cm große Drahtgaze-Käfige eingesetzt. Jedem Zuchtkäfig wurde ein Holzkästchen mit jungen, ca. 10 cm hohen Weizenpflanzen beigegeben (es handelt sich dabei um eine örtliche Varietät von *Triticum durum*, „Hawrani“ benannt. Sie wird in Libanon und Syrien häufig angebaut und – zum mindesten als Jungpflanze – von den Wanzen stark befallen). Die Weizenpflanzen wurden in den Zuchtkäfigen jeden zweiten Tag bewässert und jeweils nach 5 Tagen gegen neue Jungpflanzen ausgetauscht. Den Altwanzen in den Zuchtkäfigen stand so ständig frisches Pflanzenmaterial zum Besaugen und als Unterlage für die Eiablage zur Verfügung. Dieses Verfahren wurde 60 Tage lang zur Gewinnung frischer Eiablagen angewandt.

Ich benutzte noch eine zweite von ALEXANDROV (1949) empfohlene Methode, die jedoch nicht recht befriedigte: Weiße Papierstreifen von ca. 1 cm Breite wurden teils zerknüllt, teils unzerknüllt so zwischen den Pflanzen befestigt, daß ihre Enden die Blätter der Pflanzen berührten. In einer weiteren Versuchsreihe standen den Wanzen frische Blätter von *Leontice leontopetalum* (in mit Wasser gefüllten Gläsern) als Eiablageort zur Verfügung. Die Blattunterseite dieses im Vorderen Orient häufigen Feldunkrautes wird in Libanon im zeitigen Frühjahr von den Wanzen mit Vorliebe zur Ablage ihrer Eier benutzt. Unter den geschilderten Bedingungen bewährte sich weder die Papierstreifen- noch die Unkrautblattmethode: Die Hauptmasse der Eier – etwa 80% – wurden stets an den Blättern des Weizens abgesetzt, vielfach gehäuft an seinen überhängenden Randblättern. Rund 10–15% der Gelege fanden sich an den zerknüllten Papierstreifen oder an den Drahtgazewänden der Käfige, weniger als 5% an den glatten Papierstreifen. Die im Freiland im Frühjahr zur Eiablage bevorzugten Unkrautblätter wurden unter Laborbedingungen nicht belegt.

Das Versagen der ALEXANDROV'schen Papierstreifenmethode in meinen Versuchen dürfte mit der Unterbringung der Wanzen in geschlossenen Zuchtkäfigen zusammenhängen: ALEXANDROV hatte bei seinen Arbeiten in Isfahan die Kästen mit jungen Weizenpflanzen frei im Labor nebeneinander aufgestellt und von gespannten Schnüren die Papierstreifen bis zu den Pflanzen hinabhängen lassen.

⁹ Nach mündlicher Mitteilung.

Die abgelegten Eier wurden sorgfältig täglich abgesammelt, so daß stets frisches Eimaterial für die Versuche verfügbar war. Ein Teil der Eier wurde für das Stadium des Temperatur-Luftfeuchteinflusses auf nicht parasitierte Wirtseier verwandt, um deren optimale Entwicklungsbedingungen zu ermitteln. Der andere Teil wurde nach vorheriger Parasitierung durch *Asolcus* benutzt, um den entsprechenden Einfluß auf die Entwicklung des Parasiten zu klären.

Eine weitere Anzahl *Eurygaster*-Eier fand endlich Verwendung zur Beantwortung von Fragen, die mit der Technik der Massenzucht des Ei-Parasiten zusammenhängen (vgl. Einleitung). In diesem Zusammenhang war die Bestimmung der Zeitdauer wesentlich, die *Eurygaster*-Eier bald nach ihrer Ablage unter niederen (Kühlschrank) Temperaturen verweilen können, um anschließend noch mit Erfolg von *A. semistriatus* parasitiert zu werden. Zur Lagerung dieser *Eurygaster*-Eier wurden Glasröhrchen (120 × 20 mm) mit Plastikdeckel verwendet, deren jedes 250–350 Eier faßte. Die Kühlschranktemperatur, der sie ausgesetzt waren, lag bei $6^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$.

Die Aufzucht der nichtparasitierten und der parasitierten *Eurygaster*-Eier erfolgte in geräumigen, getrennt stehenden Thermostaten bei 20°C , 25°C , 30°C , 35°C und 40°C . Da die Laboratoriumstemperatur während der Versuchszeit bei $18\text{--}20^{\circ} \text{C}$ lag und die vorhandenen Thermostaten-Konstruktionen nur für Übertemperaturen eingerichtet waren, konnten Temperaturstufen unterhalb 20°C bei den Versuchen leider nicht berücksichtigt werden.

Jede Temperaturstufe wurde bei den Ei-Zuchten mit 6 verschiedenen rel. Luftfeuchtigkeitswerten verbunden, und zwar mit 0 %, 33 %, 53 %, 75 %, 90 % und 100 % r. LF. Die Stufen von 0–90 % wurden in Hygrostatenschalen nach ZWÖLFER (1932b) mit Hilfe konzentrierter Lösung folgender Salze (pur. Merck Darmstadt) hergestellt: 0 % r. LF = P_2O_5 ; 33 % r. LF = $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$; 53 % r. LF = $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$; 75 % r. LF = NaCl ; 90 % r. LF = BaCl_2 ; 100 %ige rel. Luftfeuchte wurde über dest. Wasser erzielt. Die Hygrostatenschalen hatten 15 cm Durchmesser. Der Eiinhalt einer H.-Schale wurde stets gleichzeitig zur Zucht angesetzt.

Im allgemeinen wurde jede Versuchszucht unter einer bestimmten Temperatur-Feuchtekombination 5mal wiederholt. Traten extreme Schwankungen in den Ergebnissen der Einzelversuche bei einer T.-F.-Kombination auf, dann wurden noch weitere Wiederholungen durchgeführt.

Die Eizahl in den Proben einer Stufe schwankte zwischen 300–600 Stück, je nach der Anzahl der Eigelege, die jeweils zur Verfügung standen. Die zu den Zuchten benutzten Eier befanden sich durchweg im Entwicklungsstadium 1 (vgl. Abb.) oder in Stufe 2. Ältere Eier oder solche, die schon etwas eingetrocknet waren, wurden für andere Zwecke ausgesondert.

Da Ergebnisse, die auf verschiedenen Mengen beruhen (z. B. 250 und 600 Eier) nicht absolut vergleichbar sind, wurden diese nach den bekannten mathematischen Regeln einer entsprechenden mathematischen Korrektur unterzogen.

Die Zuchtschalen wurden in Thermostaten bis etwa 7 Tage nach dem Schlüpfen des letzten Insektes belassen. Nach Abschluß des Einzelversuchs wurde der Prozentsatz toter Eier oder geschlüpfter Wespen jeder Zuchtschale ermittelt.

Das Ausgangsmaterial der zu den Eiparasitierungsversuchen benutzten Wespen von *A. semistriatus* Nees entstammte dem Zuchtmaterial des Parasitenlaboratoriums in Isfahan des Landwirtschaftsministeriums von Iran, das dem Verfasser für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung 1958 und 1959 rund 11 000 parasitierte *Eurygaster*eier überließ¹⁰.

Sofort nach ihrer Ankunft wurden die meisten Eier im Kühlschrank bei $6 \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, ein kleiner Teil (ca. 500 Stück) in Plastikkästchen bei Zimmertemperatur gelagert. Letztere wurden mit 10 %iger Zuckerlösung als Nahrung für die schlüpfenden Wespen versehen. Diese fingen nach 3–5 Tagen zu schlüpfen an und wurden später zur Infektion neuer Wanzen Eier benutzt.

Von den vier Versuchsreihen, deren Ergebnisse im folgenden dargestellt werden sollen, betraf die erste die parasitenfreien *Eurygaster*eier, während den drei weiteren Versuchsreihen parasitierte Wanzen Eier zugrunde lagen.

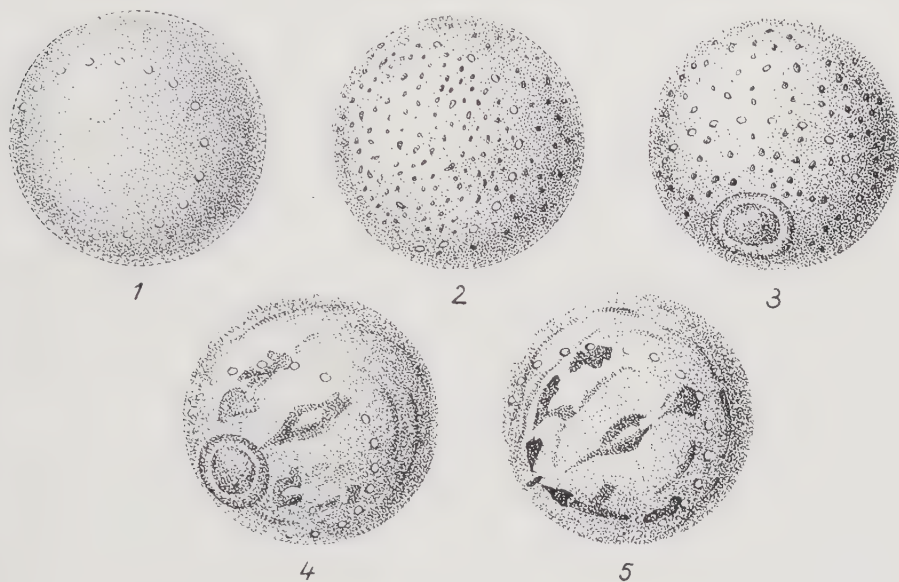
¹⁰ Der Verfasser möchte an dieser Stelle herzlich danken dem Herrn Generaldirektor Dr. ESFANDIARI und Prof. Dr. DAVACHI, beide Teheran, für die freundliche Überlassung dieses Materials sowie Mr. ERICH BROWN von dem Commonwealth Institute of Entomology, London, für seine Mühe bei dem Transport des Parasitenmaterials von Teheran nach Beirut.

IV. Versuchsergebnisse

A. Das Temperatur-Luftfeuchtigkeitsoptimum für die Entwicklung parasitenfreier Eier von *E. integriceps* Put.

Wie bereits erwähnt, wurden für diese Versuchsreihe nur frisch abgelegte (höchstens 1 Tag alte) Wanzen Eier des 1. oder 2. Entwicklungsstadiums verwendet.

Insgesamt lassen sich während der Embryonalentwicklung eines *Eurygasteriees* an Hand von Farbmerkmalen 5 Stufen unterscheiden¹¹ (Abb. 1),

Abb. 1¹⁰

deren Zeitdauer von den Temperaturen abhängt, die auf das Wanzen Ei während seiner Entwicklung einwirken.

Unmittelbar nach der Ablage ist das *Eurygasteriee* von blaugrüner Farbe (Stadium 1). Bei Zimmertemperatur währt dieser Zustand nur wenige Stunden. Dann tritt Verfärbung zu lichtem Grün ein (Stadium 2). Vermutlich handelt es sich hierbei um keinen embryonalen Entwicklungsvorgang im eigentlichen Sinn, sondern nur um einen chemischen Prozeß, bedingt durch den Einfluß des Luftsauerstoffes auf das blaugrüne Pigment des frisch gelegten Eies. Gegen den animalen Pol zu zeigen sich bei Stufe 2, locker verteilt, schwärzliche und rötliche pigmentierte Punkte.

Im Stadium 3 sammelt sich das schwärzliche Pigment, das im 2. Stadium im Bereich des Deckelapparates des Eies auftritt, in zwei, etwas konzentrisch gelagerten Kreisen am animalen Pol. An dieser Stelle tritt später der Kopf des Embryos in Erscheinung.

¹¹ VODJDANI (1954) unterscheidet 6 verschiedene Stadien, doch sind die von ihm als Stufe II und III bezeichneten Stufen nach meinen Erfahrungen nicht deutlich zu trennen.

* Wegen Erläuterungen der Abbildungen vergleiche Text.

% Mort.

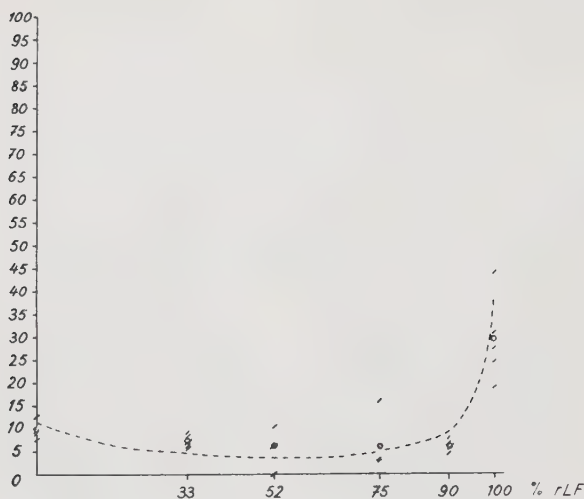


Abb. 2a. Bei 20° C

% Mort.

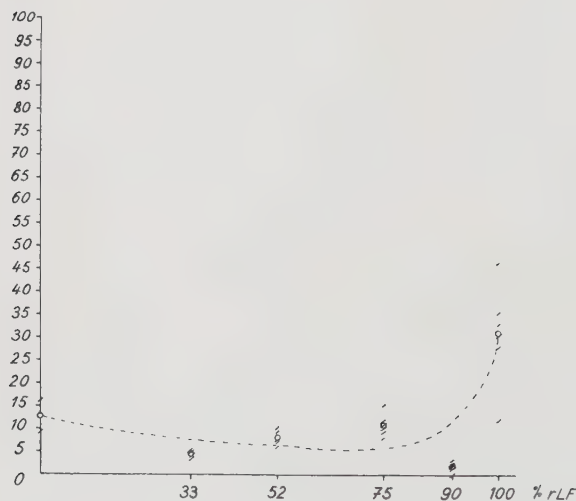


Abb. 2b. Bei 25° C

Im Stadium 4 treten die restlichen Pigmentpunkte im Bereich des Deckelapparates etwa in Form eines W zusammen. Seine beiden Außenschenkel entsprechen den späteren Augenanlagen, der mittlere Teil der Anlage des Rostrums des Embryos.

In dem rein grünen Teil des Eies, der zum vegetativen Pol überleitet, treten in dieser Stufe dunkelgrüne Streifen in Erscheinung.

Im Stadium 5 ist der schwarze Doppelkreis im Bereich des animalen Poles verschwunden. An seiner Stelle liegt jetzt, deutlich durch die durchsichtige Eischale erkennbar, der schwarz pigmentierte Eizahn. Auch die rötlich pigmentierten Anlagen der Augen und des Rostrums heben sich in dieser Stufe klar ab.

Wie schon von anderer Seite festgestellt wurde, bestehen die normalen Gelege von *E. integriceps* aus 13 bis 14 Eiern. Zur Durchführung der Versuchszuchten wurden diese Eigelege samt ihrer Unterlagen den Eiablagekäfigen entnommen. Nach

Prüfung unter dem Binokular auf ihre Unversehrtheit hin und nach Entfernung aller Gelege mit beschädigten Eiern wurden die voll intakten Gelege mitsamt der Unterlage, an der sie klebten, unmittelbar auf die Gaze der Hygrostatenschalen gelegt. Diese befand sich etwa 15 mm über dem Salzgemisch bzw. dem Wasser der Hygrostatenschalen. Infolge des geringen Abstandes der Gaze von den Salzlösungen bzw. dem Wasser stellt sich die Luftfeuchtigkeit im Zuchtraum der Schalen sehr rasch auf die jeweils gewünschte Stufe ein, der die Gelege bis zum Versuchsschluß ausgesetzt blieben. Der mit Schliff versehene Glasdeckel sorgte für dichten Abschluß des Zuchtraumes der Schale.

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe, das die Eimortalität von *E. integriceps* unter verschiedenen Temperatur-Luftfeuchtigkeitskombinationen in

Prozentwerten umfaßt, ist in den Diagrammen Abb. 2 a, b, c, d, e und in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1

Temp.		0 %	33 %	r LF 53 %	75 %	90 %	100 %
20° C	(1)	4	5	5	5	5	6
	(2)	1474	1841	1418	2136	1801	2324
	(3)	9,7	7,4	6,1	6,0	6,2	29,6
	(4)	2,16	1,14	3,9	5,6	1,14	8,7
25° C	(1)	2	5	6	6	5	6
	(2)	661	1652	2209	1999	1626	1900
	(3)	12,5	4,4	7,8	11,2	1,9	31,0
	(4)	4,95	0,28	1,75	2,37	1,49	11,2
30° C	(1)	6	6	5	6	6	6
	(2)	2024	2111	1496	2170	2437	1931
	(3)	22,1	5,7	1,5	7,06	6,3	39,0
	(4)	10,37	3,08	1,52	3,45	6,72	10,1
35° C	(1)	6	5	5	6	6	8
	(2)	2288	2615	1785	2153	2309	3011
	(3)	39	15,3	1,04	19,5	21,6	39,9
	(4)	8,99	7,6	1,09	12,88	19,8	25,9
40° C	(1)	5	4	5	5	5	4
	(2)	1784	1753	2216	1797	1928	1334
	(3)	100	97,8	100	100	100	100
	(4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(1) Zahl der Proben/Versuch
 (2) Zahl der Eier/Versuch
 (3) Mittelwert der Mortalität in % für alle Versuchsproben
 (4) σ = (Standardabweichung des Mittels)

Bei der Berechnung der Mittel in den Tabellen 1 und 2 sowie der Standardabweichungen der Mittel wurden einige Extremwerte vernachlässigt. Die Berechtigung hierzu ergibt sich aus der Formel von PEARSON für die Vernachlässigung extrem abweichender Beobachtungswerte. (Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. P. V. KRISHNA IYER MA. PhD [Oxon], Professor für Statistik, Amerikanische Universität Beirut, Libanon):

$$t = \frac{x_1 - \bar{x}}{s^2 (1-1/n)}$$

Hierin bedeuten:

$\bar{x}$ = Mittelwert der übrigen Beobachtungswerte

x_1 = extrem abweichender Beobachtungswert

gemäß Formel $\bar{x} = \frac{x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n-1}$

s^2 = Quadrat der Summe der Differenzen zwischen jedem Beobachtungswert außer x_1 und $\bar{x}$

gemäß Formel $s^2 = \frac{(x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-2}$

n = Gesamtzahl aller Beobachtungswerte

Ist das gewonnene t größer als der in der t -Wert-Tabelle für 1 % und $n-2$ Freiheitsgraden angegebene Wert, so ist der betreffende extrem abweichende Beobachtungswert zu vernachlässigen.

Die Kurven dieser Diagramme sind durch graphische Interpolation gewonnen. Ihnen lassen sich jene Temperatur-Feuchtekombinationen entnehmen, bei denen die Eimortalität 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 50 % und 100 % betrug. Diese Werte liegen dem Mortalitätsdia-

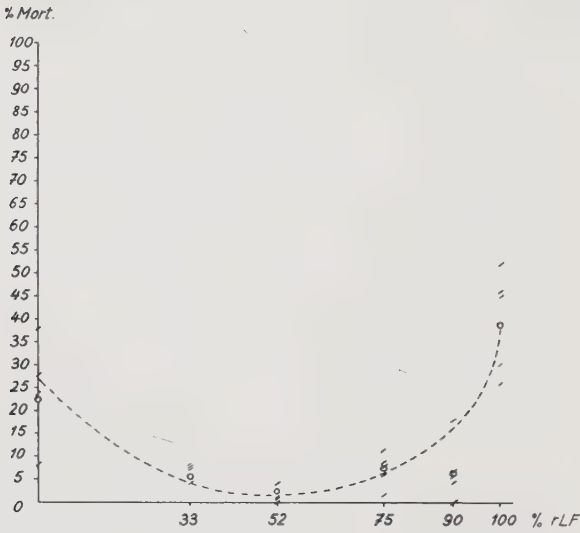


Abb. 2c. Bei 30° C

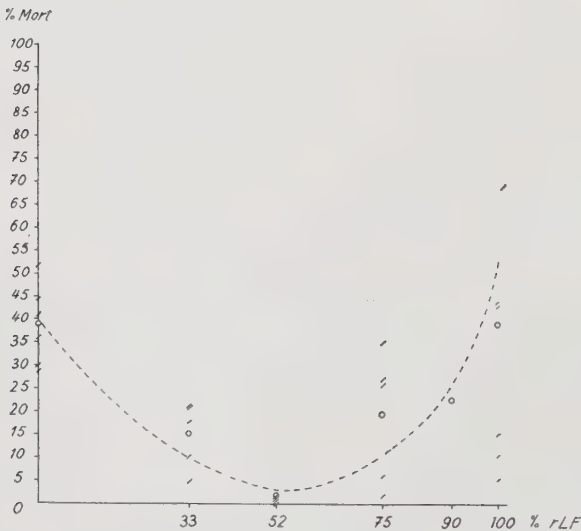


Abb. 2d. Bei 35° C

gramm der Eientwicklung von *E. integriceps* (Abb. 3) zugrunde, in dem die Isomortalitätskurven für 5 %, 10 %, 20 %, 30 % und 50 % Sterblichkeit der Wanzen eier eingetragen sind.

Sie zeigen, daß die *integriceps*-Eier besonders bei niederen Temperaturen extrem niedere und vergleichsweise hohe Luftfeuchtigkeit gut ertragen. Mit steigender Temperatur (etwa ab 30° C) verlieren sie diese Eigenschaft.

Zwischen 30 und 35° Celsius sowie rel. Luftfeuchtigkeiten von 31 % bis 75 % ist die Eimortalität am geringsten. Dieser Bereich entspricht demnach dem Temperatur-Luftfeuchtigkeitsoptimum der Eientwicklung.

Höhere Temperaturen (oberhalb 35° C) werden in Verbindung mit allen Luftfeuchtigkeitsstufen für die Eier verhängnisvoll: Der absolut letale Bereich des Eies liegt für alle Luftfeuchtigkeitsstufen bei Temperaturen oberhalb 37° C.

Letzteres deckt sich mit den Erfahrungen aus dem Freiland: Jahreszeitlich späte Niederschläge (bei ver-

gleichsweise hohen Temperaturen) oder diesiges Wetter mit Windstille führen in Libanon gelegentlich zu sehr hoher Luftfeuchtigkeit, die die Ursache für das zuweilen in freier Natur feststellbare Absterben von *Eurygaster*-Eiern sein dürfte. Die Tatsache, daß im maritimen Klimabereich der Küste des libanesisch-syrischen Gebietes, *E. integriceps* nur vereinzelt vorkommt, dürfte ebenfalls auf die hohe relative Luftfeuchte dieses Gebietes zurückzuführen sein.

Im übrigen sind die optimalen Temperatur-Feuchtebedingungen von 20 bis 35° C und 30 bis 75 % r. LF im libanesisch-syrischen Massenverbreitungsgebiet von *E. integriceps* in freier Natur zumeist erfüllt.

Die Erfahrung, daß *E. integriceps* im zeitigen Frühjahr die Unterseite von Unkrautblättern zur Eiablage bevorzugt, dürfte mit den Temperatur-Feuchtigkeitsansprüchen des Wanzenieies zusammenhängen: Im libanesisch-syrischen Gebiet erreichen die Blattoberseiten in der fraglichen Zeit nach eigenen Feststellungen oft 2-4 Std. täglich Temperaturen von 40° C und darüber. WEBSTER (1929) beobachtete ähnliches im Irak.

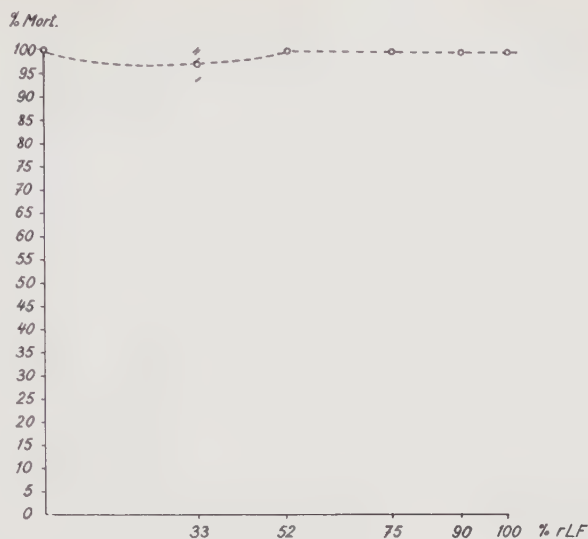


Abb. 2e. Bei 40° C

0 C

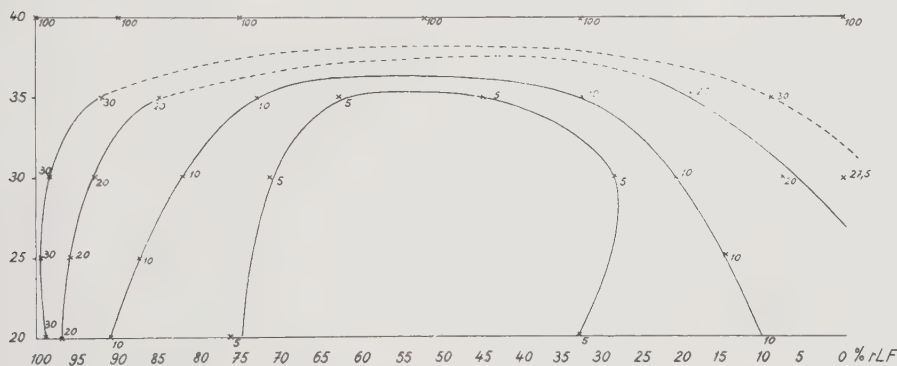


Abb. 3

B. Das Temperatur-Luftfeuchtigkeitsoptimum parasitierter Eier von *E. integriceps*

Das Ziel dieser Versuchsreihe war, die optimalen Entwicklungsbedingungen von *Asolcus semistriatus* im Wirtsei von *E. integriceps* und damit die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Massenzucht der Wespe zu klären. Wie bei den nicht parasitierten *integriceps*-Eiern kam auch hier das schon von PIERCE (1916), SHELFORD (1927) und ZWÖLFER (1934) benutzte Verfahren zur Anwendung, das eine Weiterentwicklung der erstmals von BUXTON (1923) und BODENHEIMER (1929) benutzten Mortalitätsdiagramme darstellt.

Bei den einzelnen Versuchen der Reihe wurden zunächst den 5-6 Tage alten und ständig mit 10%iger Zuckerlösung gefütterten Wespen frische Wanzen Eier (Stadium 1 und 2) für 3-4 Tage zum Anstich geboten. Hiernach wurden die parasitierten Eier den verschiedenen

Temperatur-Feuchte-Kombinationen ausgesetzt und in diesen belassen, bis jeweils nach dem Schlüpfen der letzten Wespe 8 Tage verstrichen waren. Dann erfolgte die Versuchsauswertung durch Auszählen der Wirtseier, die normal von *semistriatus*-Wespen verlassen worden waren und jener, bei denen dies nicht der Fall war.

Die Anzahl der Wespen und jene, der ihnen vorgelegten Wirtseier war zu Versuchsbeginn stets so abgestimmt, daß deren 100%ige Parasitierung erwartet werden konnte. Nach Abschluß der Einzelversuche wurden zur Auswertung und zur Berechnung der Mortalitätsprozente nur jene Wirtseier berücksichtigt, die die für parasitierte Eier charakteristische schwärzliche oder gelbliche Verfärbung aufwiesen.

Jene Wirtseier, die *integriceps*-Nymphen entließen, wurden nicht mitgezählt. Die Mortalitätsprozente geben somit nur das Zahlenverhältnis normal von Wespenimagines verlassener Wirtseier und jener wieder, in denen die Parasitenembryonen bzw. -Larven im Verlauf des Versuches abstarben, als Folge der Einwirkung extremer Temperatur-Feuchtebedingungen.

Die erhaltenen Mortalitäts-Prozentwerte sind in den Diagrammen (Abb. 4 a, b, c, d, e) eingetragen und durch eine graphische Interpolationskurve (ausgezogene Linie) verbunden. (Die zugehörigen Zahlenwerte gibt Tabelle 2 wieder.)

Tabelle 2

Temp.		0 °C	33 °C	53 °C	75 °C	90 °C	100 °C
20° C	(1)	6	5	5	5	4	4
	(2)	2719	1774	3062	1510	1369	1502
	(3)	74,0	3,2	7,7	4,6	4,0	91,4
	(4)	26,9	3,8	3,9	3,9	3,3	12,7
25° C	(1)	5	5	5	6	5	4
	(2)	1627	1836	1519	2193	1793	1432
	(3)	3,6	3,6	22,5	8,3	3,5	100
	(4)	3,5	2,0	10,7	3,7	2,9	0,0
30° C	(1)	5	6	4	6	6	3
	(2)	1957	1766	1497	2223	1984	1395
	(3)	17,0	1,3	2,8	3,7	10,3	100
	(4)	11,8	2,1	2,9	2,8	6,7	
35° C	(1)	5	6	6	7	6	5
	(2)	1675	2046	1702	2605	2063	1782
	(3)	46,5	12,6	34,5	38,9	21,5	100
	(4)	21,4	6,8	16,4	28,3	18,8	0,0
40° C	(1)	5	5	5	6	5	4
	(2)	2176	1717	1693	2323	1869	1969
	(3)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	(4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(1) Zahl der Proben/Versuch							
(2) Zahl der Eier/Versuch							
(3) Mittelwert der Mortalität in % für alle Versuchsproben							
(4) σ = (Standardabweichung des Mittels)							

Jedes Diagramm der Abb. 4 enthält die Sterblichkeitskurve für eine bestimmte Temperaturstufe der Versuchsreihe und für die verschiedenen Luftfeuchtigkeitsstufen, die bei ihr zur Anwendung kamen.

Zum besseren Vergleich mit den Sterblichkeitskurven nicht parasitierter *integriceps*-Eier sind diese aus den Diagrammen Abb. 2 entnommen und als gestrichelte Linie in die Sterblichkeitsdiagramme der vorliegenden Versuchsreihe eingetragen.

Zwischen den Sterblichkeitskurven der parasitierten und der parasitenfreien Wirtseier ergeben sich auffallende Unterschiede: Die ersteren haben mehr oder minder W-förmige Gestalt, die besonders im Kurvenverlauf bei 20° C, 25° C und 35° C ausgeprägt ist. Demgegenüber zeigt der Verlauf der Sterblichkeitskurven parasitenfreier Wirtseier mehr oder minder U-Form.

Die anfängliche Vermutung, daß die Wellenform der Sterblichkeitskurven parasitierter Wirtseier, die bislang bei Mortalitätsdiagrammen noch nicht beobachtet wurde, auf versuchstechnische Fehler zurückzuführen sei, war nicht haltbar: Sie kehrt übereinstimmend in allen Versuchen dieser Reihe wieder, die zu einer Temperaturstufe gehören. Auch entsprach die Versuchstechnik, die zu der U-Form der Sterblichkeitskurven nicht parasitierter Wirtseier führte (und die den von anderen Insekten

bisher bekanntgewordenen Verhältnissen entspricht) vollkommen jener, die bei den parasitierten Wirtseiern zur Anwendung kam.

Was zunächst die Mortalität der bei 20° C gehaltenen parasitierten Wanzen Eier betrifft, so ist sie für beide Extreme der r. LF (0% und 100%) mit über 50% Sterblichkeit der Parasitenlarven vergleichsweise sehr hoch. Man wird dies dem Umstand zuschreiben dürfen, daß bei dieser tiefsten Versuchstemperaturstufe die Entwicklung des Parasiten am längsten dauert (ca. 30 bis 34 Tage) und demgemäß sein Embryo bzw. seine Larve am längsten der extrem niederen bzw. hohen Luftfeuchte ausgesetzt bleibt. Mit dem Ansteigen der r. LF auf 33% nimmt die Mortalität bei dieser Temperaturstufe

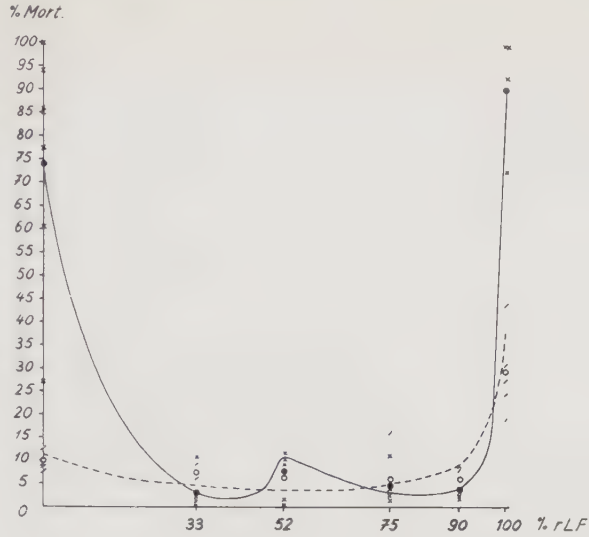


Abb. 4a. Bei 20° C

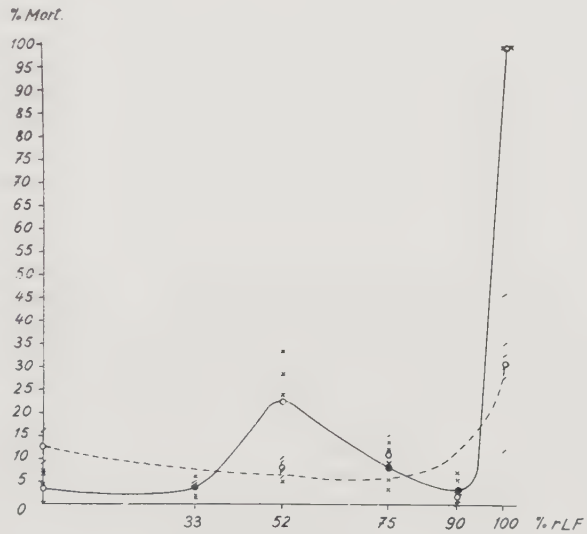


Abb. 4b. Bei 25° C

% Mort

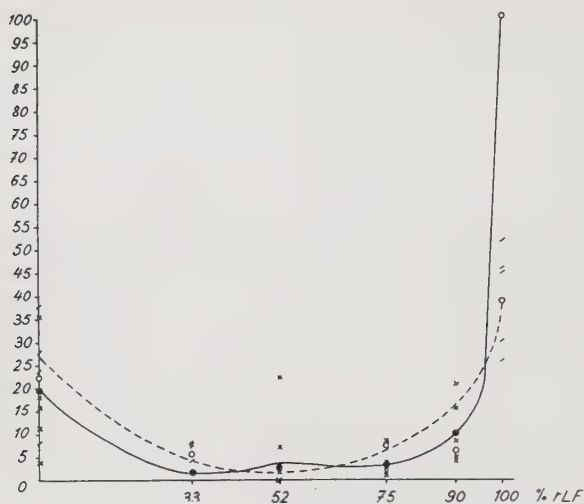


Abb. 4c. Bei 30° C

% Mort.

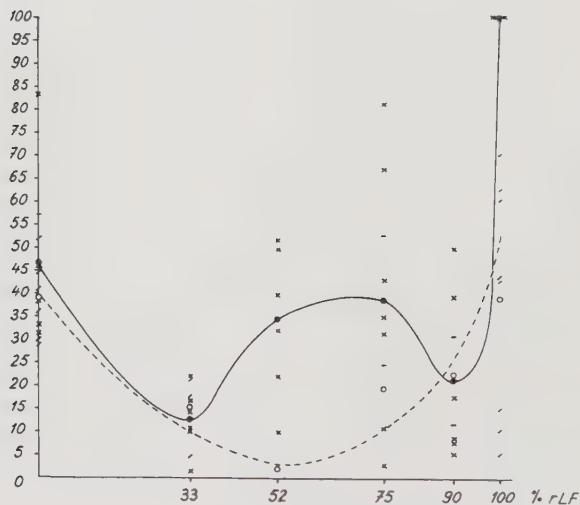


Abb. 4d. Bei 35° C

rasch ab. Sie steigt wieder im Bereich von 45–60 % r. LF, der für das nicht parasitierte Wirtsei relativ günstig ist, sinkt dann jedoch überraschenderweise erneut zwischen 75 und 90 % r. LF auf 5 % Sterblichkeit ab.

Die Wellenform der Sterblichkeitskurven erscheint in verschieden starker Betonung auch in jenen der Diagramme (Abb. 4 a, b und d) für die 20°, 25° und 35°-Stufe. Stets liegt der Wellenberg der Sterblichkeitskurven des parasitierten Eies über dem Tiefpunkt der Kurve des nicht parasitierten Wirtseies.

Bei 25° C ist die larvale Sterblichkeit des Eiparasiten schon bei 0 % r. LF vergleichsweise niedriger (12,5 %). Sie steigt stufenweise zwischen 35 % und 52 % r. LF, fällt anschließend bis 90 % r. LF und steigt danach erneut an.

In der 30° C-Stufe verläuft der Wellenberg der Mortalitätskurve im mittleren Feuchtebereich vergleichsweise flach.

Unter 35° C erreicht die larvale Parasitensterblichkeit bei 0 % r. LF fast 50 %, erreicht den niedersten Wert (mit 12,5 %) bei ca. 33 % r. LF, nimmt zwischen 40–80 % r. LF wieder zu, um bei 90 % r. LF nochmals abzusinken. Bei 100 % r. LF steigt die Kurve steil an.

Unter 40° C erreichte die larvale Parasitenmortalität in Verbindung mit allen Feuchtestufen 100 %. Der obere absolut letale Bereich für die Entwicklung von *semistriatus* in *integriceps*-Eiern muß demnach zwischen 35° C und 40° C liegen.

Im ganzen geht aus den Diagrammen Abb. 4 (a, b, c, d, e) hervor, daß 1. höhere Luftfeuchtigkeit für die larvale *semistriatus*-Entwicklung in *inte-*

griceps-Eiern viel schädlicher ist als niedere, 2. schon ein geringer Luftfeuchteanstieg über 90 % r. LF die larvale Sterblichkeit rasch erhöht (die obere kritische Luftfeuchtigkeit liegt demnach bei ca. 90 %), 3. unter niedriger Luftfeuchtigkeit für die Sterblichkeit parasitierter Eier die Temperatur ausschlaggebend ist, während unter hohen Luftfeuchtgraden die Temperatur hierfür eine untergeordnete Rolle spielt.

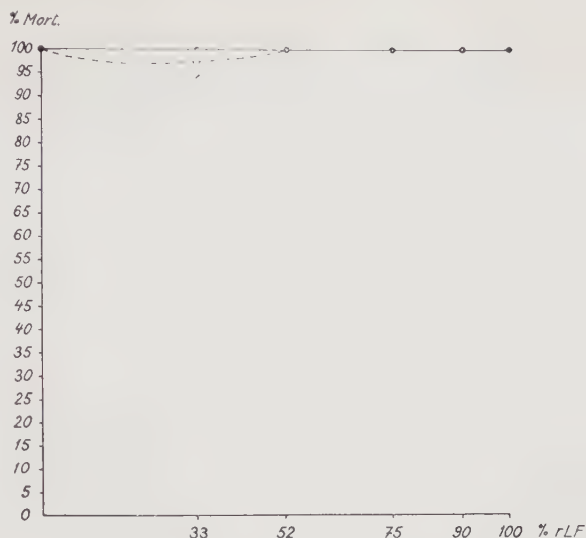


Abb. 4e. Bei 40° C

Bei zusammenfassender Behandlung der Einzelergebnisse dieser Versuchsreihe in „Isomortalitäts-Diagrammen“ (SHELFORD 1927), wie sie in Abb. 2 bereits für das parasitenfreie *integriceps*-Ei dargelegt wurden, lassen sich diese Beziehungen noch übersichtlicher herausstellen.

In Abb. 5 ist dies durchgeführt: Sie enthält die Isomortalitätskurven sowohl für parasitierte *integriceps*-Eier (ausgezogene Linien) als auch für nicht parasitierte (gestrichelte Linie). Das Diagramm zeigt auf den ersten Blick, daß sich der Verlauf der Isomortalen der parasitierten Eier auffallend von jenen der nicht parasitierten unterscheidet:

Wird als optimaler Temperatur-Feuchtigkeitsbereich für die Entwicklung nicht parasitierter und parasitierter Eier die 5 %-Isomortale angenommen, so liegen die günstigsten Bedingungen für das nicht parasitierte Wirtsei zwischen 20–35° C und ca. 75–31 % r. LF (wie das schon Seite 17, Diagramme [Abb. 3] ausgeführt wurde). Für das parasitierte Wirtsei ergeben sich überraschenderweise 2 getrennte optimale Temperatur-Feuchte-Bereiche: Der eine liegt zwischen 20–30° C in Verbindung mit r. LF-Werten zwischen ca. 70 bis 90 %. Der andere liegt zwischen 20–32° C und r. LF zwischen ca. 30 bis 47 %. Diese Bereiche sind im Isomortalitätsdiagramm Abb. 5 a gesondert zusammengestellt. Auffallenderweise decken sie sich nicht mit dem Optimum des nicht parasitierten Wirtseies, das sie nur unbedeutend überschneiden. Im wesentlichen liegen die beiden Optima für die Entwicklung von *semistriatus* im Peius-Bereich des Wirtseies. Und der Peius-Bereich für *semistriatus* wiederum fällt wesentlich mit dem Optimum des Wirtseies zusammen. Nur für die extrem niederen und hohen Luftfeuchtigkeitsgrade, ebenso für höhere Temperaturen, deckt sich der Peius-Bereich für Wirt und Parasit weitgehend. Die obere absolut letale Temperaturgrenze liegt im übrigen für beide bei ca. 37–38° C.

Im Fachschrifttum liegen bislang nur wenige Hinweise vor, die vergleichsweise herangezogen werden können. HECKEL (1959) untersuchte das Temperatur-Luftfeuchtigkeitsoptimum des nicht parasitierten Eies von *Bupa-*

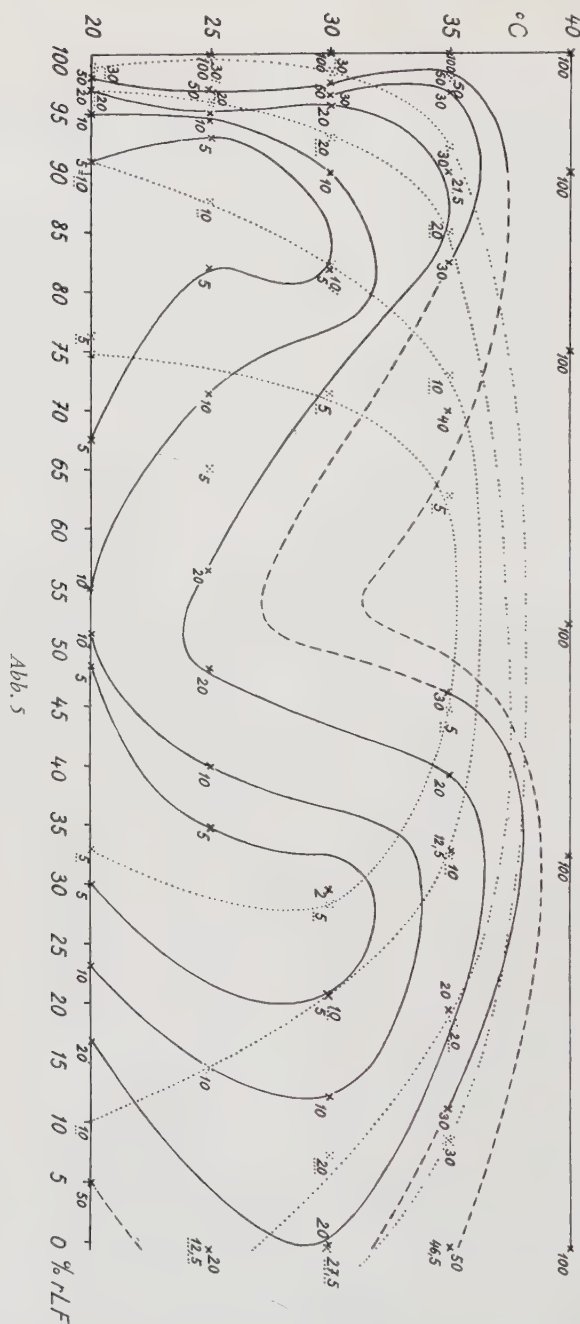


Abb. 5

lus piniarius L. (Lep. Geom.) und jenes für die Entwicklung der Chalcidide *Trichogramma embryophagum* Htg., die ersteres als Wirtsei benutzt. Sie gibt für Wirtsei und Parasit Isomortalitätsdiagramme, ohne jedoch die beiden wie oben zu kombinieren. Wird dies an Hand der Daten ihrer Untersuchung durchgeführt und die 20% Isomortale als Grenzlinie des Optimalbereiches für Wirtsei und Parasit gewählt, dann resultiert das Diagramm Abb. 6. *T. embryophagum* weist zwar im Gegensatz zu *Asolcus semistriatus* (NEES) nur einen vitalen optimalen Bereich auf, der zwischen 22° bis 32° C in Verbindung mit 25–97% r. LF liegt. Doch fällt er auch hier überwiegend in den Peius-Bereich des Wirtseies.

Für das Ei der Kiefernneule, *Panolis flammea* Schiff., das ebenfalls als Wirt für *Trichogramma embryophagum* in Betracht kommt, gibt ZWÖLFER (1931) ein Isomortalitätsdiagramm. Ihm ist der Bereich der 20% Isomortalen entnommen, der im Diagramm Abb. 6 als Temperatur-Feuchtigkeitsoptimum

für das Wirtsei der *P. flammea* als ausgezogene Linie eingetragen wurde. Wie das Diagramm (Abb. 6) erkennen läßt, liegt auch mit Bezug auf diese Wirtsart das Optimum für die Entwicklung des Parasiten eindeutig im Peius-Bereich des Wirtseies.

Es scheint hier eine allgemeine Regel vorzuliegen, auf die bislang – zum mindesten im Verhältnis Parasit und Wirt – noch wenig geachtet wurde.

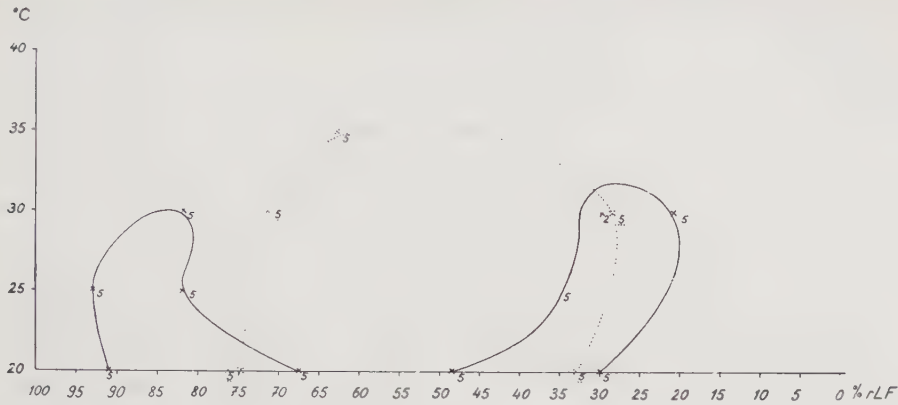


Abb. 5a

Daß bei den vorliegenden Beispielen die Mortalität parasitierter Eier gerade in jenem Bereich ansteigt, wo die nicht parasitierten Wirtseier günstigste Entwicklungsbedingungen besitzen, kann vielleicht folgendermaßen gedeutet werden:

Der hier im optimalen Bereich seiner Vitalität sich entwickelnde Wirts-Embryo beeinträchtigt Entwicklung und Gesundheit des in ihm schmarotzenden Wespen-Embryos bzw. der parasitischen Wespenlarve.

Auf welche Weise dies geschieht, ist nicht bekannt. In Betracht kommen hierfür folgende Abwehrmaßnahmen des Wirtseies:

1. Ausscheidungsprodukte, die unter Optimalbedingungen von den heranwachsenden Wirts-Embryonen erzeugt werden und die für die Wespen-Embryonen bzw. Larven giftig sind.

2. Ausscheidungsprodukte, die das Wachstum der Wespenlarve verzögern, so daß der Wirts-Embryo gegenüber der Wespe einen Entwicklungsvorsprung gewinnt und letztere schließlich abtötet.

3. Abkapseln des Parasiteneies bzw. -Embryos durch Bildung eines Schutz-Gewebes, das eine Kommunikation von Wirts- und Parasitenembryo verhindert und letzteren dadurch abtötet (wie es ähnlich von Larven einiger Insektenarten schon bekannt ist).

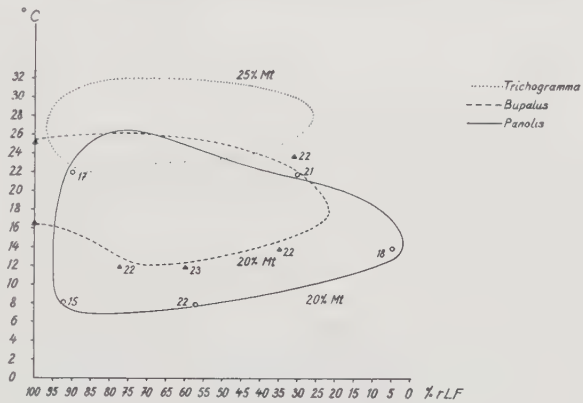


Abb. 6

Die erstgenannte Möglichkeit erscheint am wahrscheinlichsten, da die beiden anderen Abwehrmechanismen zu einem vollen Abschluß der Embryonalentwicklung der Wanze und zum Schlüpfen von Wanzen-Nymphen führen müßten.

C. Die Verwendung kühl gelagerter Wanzen Eier zur Zucht des Eiparasiten *A. semistriatus* (Nees)

Im vorstehenden Abschnitt wurde die Frage behandelt, bei welcher Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Eiparasit *Asolcus semistriatus* in frisch abgelegten Eiern von *Eurygaster integriceps* am besten gezüchtet werden kann.

Soll der Eiparasit erfolgreich zur biologischen Bekämpfung der Getreidewanze eingesetzt werden, dann muß er bereits zu Beginn der Eiablagezeit der Wanze für das Freiland in sehr großer Zahl zur Verfügung stehen:

Nach den rein empirisch gemachten Erfahrungen in Isfahan sind zur wirksamen biologischen Bekämpfung von *Eurygaster* je ha 10 000–30 000 *semistriatus*-Wespen erforderlich. Da die Befallsgebiete oft tausende von Hektar umfassen – so erstreckte sich beispielsweise das türkische Befallsgebiet von *integriceps* 1958 auf rund 60 000 ha – werden für ihre erfolgreiche Behandlung im Masseneinsatzverfahren bis zu 1 Milliarde Wespen und mehr benötigt¹². Da aus jedem *Eurygaster*-Wirtsei nur eine Wespe schlüpft, erfordert eine künstliche Massenzucht bereits in den Monaten vor Beginn der Wanzenlegeperiode eine entsprechende Zahl von Wirtseiern. Wollte man diese durch Sammeln im Freiland gewinnen, dann käme das Ergebnis der Wespenmassenzucht für eine erfolgreiche biologische Aktion zu spät, da die Eiablagezeit der Wanze im wärmeren Teil ihres Verbreitungsgebietes bereits gegen Mitte Mai ausläuft.

Da es bisher nicht gelang, die durch die Übersommerung und Überwinterung der Wanze bedingte Diapause zu brechen, ist man in Isfahan zwecks Gewinnung größerer Wirts-Eimengen zum Antreiben der den Überwinterungslagern entnommenen Wanzen in den ausgehenden Wintermonaten übergegangen. Doch konnte mit diesem Verfahren die angestrebte Massenproduktion an Wirtseiern bislang nicht voll erreicht werden.

Nun hat erstmalig ZWÖLFER (1959) einen Weg zur Lösung dieses Problems aufgezeigt, indem er eine ganze Reihe mit *Eurygaster integriceps* verwandter Wanzenarten mit verschiedenen, über das Jahr verteilten Entwicklungszeiten, als Ersatzwirte für *Asolcus semistriatus* nachwies.

In diesem Zusammenhang tauchte auch die Frage auf, wieweit es möglich ist, Eier von *Eurygaster integriceps* durch Kühlagerung parasitierungsfähig zu halten und damit neben der Verwendung von Ersatzwirt-Eiern zur Intensivierung der Parasitenmassenzucht beizutragen.

Zur Prüfung dieser Frage wurden Eier von *E. integriceps* im 1. und 2. Entwicklungsstadium bei $+6^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ gelagert und täglich ein Teil davon den Parasitenwespen für 4–5 Tage (bei Zimmertemperatur) zum Anstich geboten. Anschließend wurden die den Parasiten ausgesetzten Eier bei höherer Temperatur weitergezüchtet.

Was zuerst die *unparasitiert* gebliebenen Wanzen Eier des 1. und 2. Entwicklungsstadiums betrifft, so zeigte sich, daß ihr unterer Temperaturschwellenwert der Entwicklung nahe bei der verwendeten Kühltemperatur von

¹² Nach mündlicher Mitteilung von Prof. ZWÖLFER.

6°C liegt. Sie entwickelten sich, in Zimmertemperatur verbracht, nach spätestens 19 Tagen normal zum Stadium 3 und anschließend bis zum Schlüpfen.

Ein Parallel-Versuch mit ca. 5600 nichtparasitierten Wanzen-eiern, die bei $+ 3^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ kühl gelagert wurden, ergab, daß diese bis spätestens zum 22. Tage nach Beginn der Kühlagerung alle abstarben.

Die Kühlagerung nicht parasitierter Eier von *E. integriceps* führte somit bei 3°C innerhalb von drei Wochen zum Tod, bei 6°C dagegen während der gleichen Zeit zur Weiterentwicklung. Sollte es eine Temperatur geben, bei der sich die Wanzen-eier länger als 3 Wochen lebend lagern lassen, so muß diese demnach zwischen 3°C und 6°C liegen.

Ein zweiter Versuch mit ca. 8000 Wanzen-eiern, die zunächst für 6–8 Tage bei 3°C und anschließend bei 6°C kühl gelagert wurden, ergab überraschenderweise die besten Ergebnisse. Mit diesem Ausgangsmaterial wurden die höchsten Parasiten-Schlüpfprozente erzielt.

Die zuerst bei 6°C kühl gelagerten und danach (in verschiedenem Lagerungsalter) von *Asolcus* parasitierten Wanzen-eier zeigten Parasitierungsprozente, die in folgender Tabelle zusammengestellt sind:

Tabelle 3

Zahl der Tage zwischen Ablage und Infektion	Gesamtzahl der Versuchseier	der Proben je Einzelversuch	Prozentsatz der eindeutig parasitierten Eier im Mittel
0	8770	24	91,8
1	7544	21	90,0
2	1048	4	99,0
4	2106	5	66,8
5	6196	12	70,0
7	4541	11	98,0
8	3791	7	83,3
9	669	2	8,15 ¹
12	2299	7	73,8
14	1048	4	63,7
17	2501	6	98,8
18	1047	3	99,8
Total			935,0
935,0 : 11 = 85			

¹ Vernachlässigt!

Wie aus ihr hervorgeht, wurden die 1–18 Tage alten Wanzen-eier in ungefähr gleichbleibend hoher Quote von *Asolcus semistriatus* parasitiert.

Die Mittelwerte des Prozentsatzes parasitierter Eier dieser Tabelle schwanken im wesentlichen zwischen 70–99%. Der Durchschnitt aller Mittelwerte liegt bei 85%: Die Kühlagerung der Wanzen-eier war somit der Eiparasitierung nicht abträglich.

Eine weitere für die Praxis der Wespenmassenzucht wichtige Frage betraf das günstigste Alter der Wespen, wenn diese zur Parasitierung frischer oder kühl gelagerter *Eurygaster*-Eier eingesetzt wurden.

Während bei den bisherigen Versuchen stets 3–4 Tage alte (und gefütterte) Wespen zu den Wirtseiern gesetzt wurden, die dann auch in den meisten Fällen weitgehend parasitiert werden, habe ich in einer weiteren Versuchsreihe teils frisch abgelegte, teils unmittelbar nach der Ablage für kürzere oder längere Zeit kühl gelagerte Wanzen-eier Wespen vorgesetzt, die kurz vorher

geschlüpft waren. Ihr Alter betrug im Höchstfall 2 Tage (bei Zimmertemperatur). Diese jungen Wespen wurden ebenso wie die älteren in den früher beschriebenen Versuchen eingesetzten Wespen 4 Tage mit den Wirtseiern belassen. Das Ergebnis dieses Infektionsversuches ist in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 4

Zahl der Tage zwischen Eiablage und Infektion	E i e r		Parasitierungs- prozente
	Total	Eindeutig parasitiert	
0	93	9	8,7
0	122	43	33,3
0	163	26	16,0
3	312	8	2,6
7	265	120	45,1
9	337	70	20,8
14	268	32	11,8
14	262	42	16,0
14	97	97	100,0
14	112	2	1,8
14	56	37	66,6

Sie zeigt einen sehr großen Schwankungsbereich der Parasitierungsprozente, selbst für solche Wirtseier, die frisch abgelegt den Versuchswespen vorgesetzt worden waren. Der bemerkenswerte Unterschied der Parasitierungsprozente im Vergleich zur Tabelle 3 kann nicht auf die Zeitdauer der Kühlagerung der Eier zurückgeführt werden. Sonst hätten sich solche Schwankungen auch schon in den Versuchen zeigen müssen, die in Tabelle 3 zusammengefaßt wurden. Der einzige Unterschied in der Versuchsanordnung zu Tabelle 3 und Tabelle 4 lag im Alter der Versuchswespen. Bei Tabelle 3 handelte es sich um 3–4 Tage alte und offensichtlich schon legereife Wespen, während in der Versuchsreihe Tabelle 4 junge, höchstens 2 Tage alte Wespen eingesetzt worden waren. Es ist anzunehmen, daß diese ihre volle Legereife noch nicht erreicht hatten, sie wird – bei Zimmertemperatur und Fütterung – offenbar erst im Laufe von 4 Tagen gewonnen.

D. Die Lagerungsfähigkeit parasitierter Wanzen Eier bei niedriger Temperatur

Die Frage, wie lange sich parasitierte Wanzen Eier ohne wesentlichen Verlust ihrer Schlüpfbarkeit bei niedrigen Temperaturen lagern lassen, hat für eine biologische Großbekämpfung der Getreidewanze erhebliche Bedeutung. Nach dem oben über den zeitlichen Einsatz des Eiparasiten bei einer solchen Aktion Gesagten wäre es wünschenswert, parasitierte Eier der Getreidewanze für 10–12 Monate bei tiefer Temperatur lebend erhalten zu können, um auf diese Weise die Parasiten stets in Bereitschaft zu haben. Wie bereits erwähnt, muß der Parasiten-Einsatz für biologische Bekämpfungszwecke zu Beginn der Eiablage der Wanze erfolgen. Kommt er später, so entgehen die zuerst abgesetzten Wanzengelege dem Angriff der Wespen. Diese, die normalerweise im Freiland bis zu 3 Generationen durchlaufen, und deren Population dann in geometrischer Progression zunimmt, verlieren bei verspätetem Wes-

peneinsatz unter Umständen den Vorsprung einer vollen Generation, was den Erfolg der Bekämpfungsaktion wesentlich vermindern kann.

Zwecks Prüfung der Frage, wie lange sich die parasitierten Wanzeneier schlüpfähig kühl lagern lassen, wurde von einer großen Zahl bei 6°C aufbewahrter parasitierter Wanzeneier wöchentlich etwa 1000–2000 entnommen und zur Feststellung ihrer Schlüpfähigkeit bei Zimmertemperatur und 70 bis 75 % r. LF weitergezüchtet.

Eine Übersicht über die Ergebnisse dieses Experiments gibt die folgende Tabelle:

Alter in Wochen	Zahl der Eier je Probe	Zahl geschlüpft	Prozentsatz geschlüpft
1. Woche	1307	1161	88,3 %
2. Woche	1682	1453	87,1 %
3. Woche	1554	1414	91,0 %
4. Woche	1986	1144	57,6 %
5. Woche	1566	522	33,3 %
6. Woche	1271	76	6,0 %
7. Woche	1483	6	0,32 %
8. Woche	716	7	0,98 %

Aus ihr geht hervor, daß der Prozentsatz schlüpfähiger, parasitierter Wanzeneier sich bis zur dritten Woche bei etwa 90 % hielt, danach aber rapide absank, um nach acht Wochen praktisch zu erlöschen.

Die Hoffnung, parasitierte Wanzeneier bei tiefer Temperatur 10–12 Monate schlüpfähig erhalten zu können, erfüllte sich somit nicht. Das Mißlingen dieses Versuches ist nicht überraschend, wenn man bedenkt, daß die Überwinterung der Wespen normalerweise als begattetes ♀ erfolgt. Es muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu klären, wie lange begattete ♀♀ ohne Schädigung ihres Fortpflanzungsvermögens kühl gelagert werden können.

E. Die Verwendung von Wanzeneiern in fortgeschrittenem Entwicklungszustand zur Zucht von *A. semistriatus* (Nees)

Stehen den Wespen zur Eiablage frisch abgelegte Wanzeneier (Stufe 1 und 2) neben solchen zur Verfügung, die sich bereits in fortgeschrittener Embryonalentwicklung (Stufe 3–5) befinden, dann bevorzugen sie – wie schon seit längerem bekannt ist – eindeutig die frischen Eier zum Anstich. Ein entsprechendes Verhalten ist auch von anderen Eiparasitenarten bekannt geworden, so z. B. von verschiedenen Chalcididen der Gattung *Trichogramma*.

Aus diesem Grunde wurden für die oben besprochenen Versuchsreihen nur Wanzeneier des 1. und 2. Entwicklungsstadiums verwendet. Unter den in den Weizenfeldern gesammelten *integriceps*-Gelegen fanden sich jedoch auch zahlreiche, die bereits über die 2. Entwicklungsstufe hinaus fortgeschritten waren. Sie wurden zunächst für anderweitige Versuche mit Insektiziden zurückgestellt und in offenen Schachteln im Labor aufbewahrt.

An diesen Eiern, die sich im Entwicklungsstadium 3–5 befanden, wurden wiederholt *semistriatus*-Wespen beim Anstich beobachtet, die aus benachbarten Zuchtkäfigen entwichen waren. Die Gelege mit angestochenen Eiern

wurden zunächst in Glasröhrchen isoliert. Sie verfärbten sich nach etwa fünf Tagen schwärzlich und entließen nach 18–20 Tagen junge Wespen.

Im Hinblick auf die Bedeutung, die diesem Befund möglicherweise für die Praxis der Massenzucht von *semistriatus* zukam, wurde er in größerem Umfang nachgeprüft. Eine größere Zahl *Eurygaster*-Eier des 4. und 5. Stadiums wurde mit *semistriatus*-Wespen zusammengebracht und jedem Einzelversuch eine 10prozentige Zuckerlösung als Wespennahrung beigegeben. Die Zahl der Wanzen Eier je Zuchtbehälter lag zwischen 75–200. Die Zahl der jedem Einzelversuch zugesetzten ca. 3–4 Tage alten Wespen schwankte zwischen 5–10. In Ermangelung frischer Wirts-Eigelege begannen auch sie die älteren Eier anzustechen, die sich in der Folge in wechselnder Zahl schwärzlich verfärbten und später junge Wespen entließen.

Das auf diese Weise erzielte Schlupfprozent an Parasiten lag zwischen 15,7% und 90,6%. Im Mittel von insgesamt 11 Einzelversuchen wurde eine Parasitierung von rund 50% erzielt. Eine erfolgreiche Parasitierung ist demnach auch noch im vorgerückten Entwicklungszustand der Wirtseier (Stadium 4 und 5) möglich, gelingt jedoch nicht so sicher wie bei frisch abgelegten Wirtseiern (des Stadiums 1 und 2).

Zur erfolgreichen Parasitierung älterer Wanzen Eier durch *A. semistriatus* muß allerdings eine wesentliche Voraussetzung erfüllt sein: Die Wespen, denen die Wirtseier vorgelegt werden, müssen ein Alter von mindestens 4 bis 5 Tagen haben (und schon legereif sein). Sind sie jünger, dann schlüpfen in der Regel die Wanzen-Nymphen aus den Wirtseiern, ehe die Wespen ihre Eiablagereife erreicht haben.

F. Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen für die Massenzucht von *A. semistriatus* Nees

Sowohl für die Entwicklung des Eies von *E. integriceps* als auch für jene seines Parasiten *Asolcus semistriatus* ergaben sich optimale Temperatur-Luftfeuchtigkeitsbedingungen, die – zum mindesten im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes beider Arten – in den Weizenfeldern zur Zeit des Auftretens von Wanzen Ei und Parasit häufig verwirklicht sind.

Dies gilt auch noch bei beiden Arten für den Bereich weniger günstiger (Peius) und ungünstiger Bedingungen (Pessimum). Sie können selbst in der Hauptzeit für das Ei der Wanze und das Auftreten der Wespe unter gewissen Witterungsbedingungen im Kleinklima der Weizenfelder gegeben sein. Besonders das Pessimum bei 100% r.LF (in Verbindung mit Temperaturen von 20–35°C) ist in manchen Jahren mit ausnahmsweise reichen Niederschlägen im Frühjahr in den Weizenfeldern des libanesisch-syrischen und auch in jenen des türkischen Verbreitungsgebietes öfters realisiert. Es ist nicht nur für die Entwicklung der Populationen des Eiparasiten verhängnisvoll, sondern – wie ZWÖLFER schon 1930 zeigte – auch für jene seines Wirtes, also der Getreidewanze selbst.

Für die obere letale Temperaturgrenze bei langer Einwirkungsdauer ergaben die Versuche übereinstimmend für Wirtsei und Parasit ca. 37°C. Diese Temperatur wird im südlichen Verbreitungsgebiet der Wanze in den Weizenfeldern für gewöhnlich im Juni erreicht. BROWN und nach mündlicher Mitteilung ebenso ZWÖLFER (1959) wiesen darauf hin, daß diese Temperaturstufe von 37°C, wenn sie im Bereich der reifen Ähren der Weizenfelder

auftritt, den Abflug der Jungwanzen in die Übersommerungslager veranlaßt. Es scheint demnach, daß die 37°C-Stufe nicht nur für das Ei sondern auch für die Jungwanze (und für die Nymphen?) bei Dauereinwirkung die obere letale Temperaturgrenze bildet.

Für die Wespen-Imagines ist diese Frage noch nicht geklärt. Auch ist über ihren Verbleib während der heißen Sommermonate (Juli, August, September) nichts bekannt. Die Schattentemperaturen erreichen in manchen Teilen des südlichen Verbreitungsgebietes in dieser Zeit tagsüber Werte bis zu 45°C und auch die nächtlichen Minima halten sich oft über 30°C.

Es ist anzunehmen, daß Wespen-Herkünfte aus dem mittleren und nördlichen Teil des Verbreitungsgebietes von *semistriatus* sich hinsichtlich ihrer Temperatur-Luftfeuchtigkeitsansprüche anders verhalten als die südlichen Provenienzen. Man wird daher die mitgeteilten Versuchsergebnisse nicht auf Wespenmaterial aus dem mittleren oder nördlichen Verbreitungsgebiet der Art übertragen dürfen.

Für die Praxis der Massenzucht ergaben sich aus den dargelegten Untersuchungsergebnissen folgende Rückschlüsse:

1. Bei Anwendung der für die *Asolcus*-Zucht optimalen Temperatur von 25–30°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 25–40% oder einer solchen von 75–90% bestehen die günstigsten Zuchtbedingungen. Unter diesen läßt sich die Parasiten-Mortalität sehr nieder (unter 5%) halten. Wird berücksichtigt, daß für einen biologischen Großeinsatz von *Asolcus* gegen die Getreidewanze bis zu 1 Milliarde Wespen benötigt werden, und daß bei dem herkömmlichen, rein empirisch entwickelten Verfahren der Massenzucht in Isfahan mit einer durchschnittlichen Mortalität von 58% (ALEXANDROV 1949) zu rechnen ist, dann erhellt dies die praktische Seite der Untersuchungsergebnisse, deren Berücksichtigung zu einer erheblichen technischen Verbesserung der *Asolcus*-Zucht führen kann.
2. Die Zucht von *A. semistriatus* bei über-optimalen Temperaturen (30 bis 35°C) führt zwar zu einer Beschleunigung der Entwicklung und damit der Generationenfolge, verringert jedoch gleichzeitig den Prozentsatz geschlüpfter Wespen. Eine Verwendung dieser Temperaturen ist daher nicht ratsam, außer wenn bestimmte Umstände eine besonders schnelle Entwicklung des Parasiten verlangen.
3. Nach Kühlagerung nichtparasitierter Wanzen Eier der 1. und 2. Entwicklungsstufe bei 6°C ist nur innerhalb der ersten 3 Wochen (unter Zimmertemperatur) eine für praktische Zwecke der Massenzucht erfolgreiche Parasitierung möglich. Nach dieser Zeit erreichen die Wirtseier das 3. Stadium und entwickeln sich bis zum Schlüpfen der Wanzen-Nymphen weiter.

Das günstigste Ergebnis hinsichtlich des Schlüpfprozentes der Wespen ergaben solche parasitierten Eier, die zunächst eine Woche lang bei 3°C und danach bei 6°C gelagert worden waren.

4. Parasitierte Wanzen Eier mit annähernd abgeschlossener Entwicklung des Parasiten lassen sich ohne wesentliche Beeinträchtigung der Schlüpfbarkeit der Wespen etwa 3 Wochen bei 6°C kühl lagern. Nach dieser Zeit nimmt die Schlüpfbarkeit der Wespen merklich ab, um nach etwa 7–8 Wochen kühler Lagerung zu erlöschen.

Das Problem der Einwirkung tieferer Temperaturen auf nichtparasitierte und auf parasitierte Wanzen Eier wird in der vorliegenden Untersuchung nur angeschnitten und nicht erschöpft. Hier liegt noch ein wich-

- tiges Feld zur weiteren Bearbeitung brach. Insbesondere wäre auch zu klären nötig, unter welchen Temperatur-Luftfeuchtigkeitsbedingungen begattete *semistriatus*-Weibchen am längsten lebend und voll fortpflanzungsfähig gehalten werden können.
5. Die Verwendung von *Eurygaster*-Eiern in fortgeschrittenem Entwicklungszustand (Stadium 3 und 4) zur Zucht von *Asolcus* ist zwar möglich, wenn keine frisch abgelegten Wirtseier zur Verfügung stehen. Doch sind die Schlüpfergebnisse an Wespen aus solchen Zuchten sehr ungleichmäßig und für Massenzuchtzwecke unbefriedigend.
 6. Die besten Parasitierungsergebnisse wurden (bei Zimmertemperatur) mit ca. 4 Tage gefütterten Wespen erzielt.

Zusammenfassung

Die Pentatomide *Eurygaster integriceps* Put. 1st Großschädling an Getreide, insbesondere an Weizen, im Vorderen Orient. Sie verursacht hier gegenwärtig jährliche Ernteverluste bis zu 70 Millionen US-Dollar.

Unter den bisher erprobten Bekämpfungsverfahren ist eine biologische Methode mit Hilfe des Eiparasiten *Asolcus semistriatus* (NEES), einer Proctotrupide, die wirtschaftlich aussichtsreichste. Voraussetzung für ihre Anwendung im großen ist die künstliche Massenzucht des Parasiten. Der vorliegende Beitrag versucht, auf experimentellem Wege einige für die Praxis der Massenzucht wichtige Fragen zu klären.

Der Einfluß von Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung parasitierter und nichtparasitierter Wirtseier wurde unter 5 verschiedenen Temperatur- und 6 verschiedenen Luftfeuchtigkeitsstufen untersucht. Für das nichtparasitierte Wirtsei liegt der Bereich geringster Sterblichkeit zwischen Temperaturen von 20°C und 35°C und rel. Luftfeuchtwerten von 31% und 75%. Im Gegensatz hierzu sind für parasitierte Wirtseier zwei Optima vorhanden: Das eine liegt zwischen Temperaturen von 20 bis 30°C und 25% und 40% r. LF, das andere zwischen 20–27,5°C und 75% bis 90% r. LF. Die Optima für parasitierte und nichtparasitierte Wirtseier stimmen nicht überein. Die ersten liegen im wesentlichen im Peius-Bereich des nicht parasitierten Wirtseies. Die letale obere Temperaturgrenze liegt für Parasit und Wirt zwischen 37–38°C. Die rel. Luftfeuchtigkeit von 100% ist bei Dauereinwirkung für beide gleich ungünstig.

Nichtparasitierte Wirtseier können bis zu 3 Wochen unter Temperaturen von 6°C in vollem Umfang parasitierungsfähig erhalten werden. Nach dieser Zeit geht ihre Parasitierungsfähigkeit rasch zurück. Nicht parasitierte Wirtseier, die bei 3°C gehalten werden, sterben binnen 22 Tagen sämtlich ab. Nichtparasitierte Wirtseier, die zunächst eine Woche bei 3°C und anschließend unter 6°C gehalten werden, geben bei späterer Parasitierung die besten Parasitenzuchtergebnisse.

Wirtseier mit vorgeschrittener Embryonalentwicklung (Stufe 4 und 5) können noch erfolgreich parasitiert werden, doch sind die hierbei erzielten Parasitierungsergebnisse sehr ungleichmäßig.

Die Ergebnisse der Versuche und ihre praktische Nutzbarmachung werden abschließend erörtert.

Summary

The Pentatomid *Eurygaster integriceps* Put. is a major pest of cereals, especially wheat, in the Near East, where it causes annual losses of up to \$ 70 000 000.

A biological control method using a Proctotrupid egg parasite, *Asolcus semistriatus* (NEES), is the most promising of the measures tried up till now. For its use on a large scale this necessitates the mass rearing of the parasite under artificial conditions and the present work is an attempt to clear up experimentally some of the problems connected with it.

The effect of temperature and relative humidity on the development of parasitized and nonparasitized host eggs was studied for 5 different temperatures and 6 different relative humidities. With nonparasitized eggs, the lowest mortality occurs at 20–35° C and 31–75 % RH. On the other hand, with parasitized eggs there are two optima, one at 20–30° C and 25–40 % RH, the other at 20–27,5° C and 75–90 % RH. The optima for parasitized and nonparasitized eggs thus do not coincide, the former lies essentially in the Peius region of the nonparasitized eggs. The lethal upper temperature limit lies between 37 and 38° C for parasite and host and constant 100 % RH is equally unfavourable to both.

Nonparasitized host eggs can be kept in a suitable condition for parasitization for up to 3 weeks at 6° C. After this period, their suitability for parasitization quickly decreases. Nonparasitized eggs kept at 3° C all die within 22 days. Eggs which are first kept for one week at 3° C and then below 6° C give the best results when later parasitized.

Host eggs with advanced embryonic development (stages 4 and 5) can still be successfully parasitized but the results are irregular.

Finally, the results of the tests and their use in practice are discussed.

Literatur

- ACHARD, E.: Le Soundans l'Etat de Syrie en 1925 et 1926. Syrie. Minist. Trav. Pub. E. Agric. Damas*.
- ADLE, A. H.: Se Souné ou Sen (*Eurygaster integriceps*) et ses dégâts en Syrie et en Perse. Conf. intern. Blé, 1927. Rome, Institut Internat. d'Agric. 1927*.
- ALEKSEEV, Y. A.: The biological Control of the noxious Corn Bug *Eurygaster integriceps* Put. by means of Egg parasites. (Russ.) Bull. Plant Prot. 1940 (4), S. 81–84, Leningrad, 1940*.
- ALEKSEEV, Y. A. and SHCHEPETIL'NIKOVA, V. A.: The more extensive Use of Fowls in the Control of Insect Pests. (Russ.) Bull. Plant Prot. 1941, S. 3–8, Leningrad, 1941*.
- ALEXANDROV, N.: *Eurygaster integriceps* Put à Varamine et ses Parasites. Ent. Phyt. Appl. (Nr. 5, 6, 7, 8), S. 11–14, S. 15–23. Teheran, 1949.
- ARCHANGEL'SKII, N. N.: Summary of the Scientific Research Work of the Institute of Plant Protection for the year 1939. A. Study upon the injurious Corn Bug *Eurygaster integriceps* Put. in order to elaborate Control Measures against it. (Russ.) Lenin Acad. agric. Sci., Leningrad, 1940*.
- ARNOLDI, K. V.: On the Conditions and Phases of the Spring Transition of *Eurygaster integriceps* to active Life as observed in south-western Uzbekistan. (Russ.) C. R. Acad. Sci., USSR (Nl S.) 40 (1), S. 35–37. Moscow, 1943*.
- AVERIN, V. G.: Review of the Pests noticed in the Government of Charkov during 1913. Report of the Entomological Bureau of the Jemstvo of the Government of Charkov. (Russ.), Charkov, 1913*.
- BODENHEIMER, F. S.: Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der Afrika-

- nischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.). Z. ang. Ent. 15, S. 435–557, Berlin, 1929.
- BORODIN, D. N.: On the Discovery of two Egg-parasites in the Environs of Stavropol (Russ.). Friend of Nature 11 (5), S. 126–129. Petrograd, 1916*.
- BULLMANN, O. und FABER, W.: Studien zum Getreidewanzeproblem. Pflanzenschutzberichte 20, S. 33–160. Wien, 1958.
- BUXTON, P. A.: On Predicting the Seasonal Prevalence of an Insect. Trans. Roy. Soc. Tropic. Medicine and Hygiene. 16, S. 465–468. 1923.
- CAN, E.: Laboratoriums-Untersuchungen zum Vermehrungspotential von *Hadronotus carinatus* Masner i. l. (Proct. Telen). Z. f. angew. Ent. 45 (4), S. 411–414. 1960.
- CHERNOVA, O. A.: New Data on the Morphology and Fecundity of Dipterous Parasites of *E. integriceps* (zitiert nach FEDOTOV, D. M.* – Moscow Akad. Nauk USSR, 1947, Bd. 1).
- DALLA TORRE, C. G. de: Catalogus Hymenopterum. 5., Leipzig, 1898.
- DEFAGO, G.: Observation sur les punaises des cereales en Suisse. Bull. Murith. fasc. 54, S. 94–136, Lausanne, 1937.
- EVLAKHOVA, A. A.: The Application of the micro-biological Method in the Control of the Noxious Little Tortoise. (Russ.) Dokl. vsesoyuz. Akad. sel.-khoz. Nauk Lenina. 18 (3), S. 36–39 Moscow, 1953*.
- FEDOTOV, D. M.: Relations between *Eurygaster integriceps* and Phasiid Flies parasitic on the Bug and Phasiids as a Means of controlling it (Russ.). C. R. Acad. Sci. USSR (N. S.) 43, S. 134–136. Moscow, 1944*.
- FAO Production Year Book 12. Rome, 1959.
- HECKEL, W.: Experimentell-ökologische Untersuchungen an *Trichogramma embryophagum* Hartig (Calc./Hym.) sowie am Ei des Kiefernspinners *Bupalus piniarius* L. (Lep.). Doktor-Dissertation, Nat. Wissenschaftl. Fak. Ludwig-Maximilians-Univ. München, 1959.
- HERTING, B.: Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen Dipt. Tachinidae. Mon. z. ang. Ent. Nr. 16, 1960.
- HIBRAWI, M.: Contribution à l'étude biologique et systematique de *Eurygaster integriceps* Put. en Syrie. Rev. Path. végét. Ent. agric. 27, S. 97–160, Paris 1930*.
- JAHN, E.: *Chlorochroa pinicola* M. et R. Beitrag zur Morphologie und Lebensweise sowie zur Kenntnis des Lebensvereines von *Chlorochroa pinicola* M. et R. (Heteroptera Pentatomidae). Z. angew. Ent. 29, S. 164–175, Berlin, 1942.
- KAMENKOVA, K. V.: Some Peculiarities of the Biology of *Eurygaster integriceps* Put. in the Foothill Zone of the Krasnodar Territory (Russ.). Zool. Zh 1936, S. 1467–1474. Moscow, 1957*.
- KHARA-MURZA, D. A.: The biological Control of the Pentatomid Bugs by using Poultry (Russ.). Bull. Plant Prot. 1940 (5), S. 76–78, Leningrad, 1941*.
- KIEFER, J. J.: Hymenoptera Proctotrupoidea Scelionidae. Das Tierreich 48. Berlin und Leipzig 1926.
- LODOS, N.: *Alophora (Phoranthia) subcoleoprata* L., a Parasite of *Eurygaster integriceps* new for Turkey (Türk.). Bull. Plant. Prot. (2), S. 23–26, Ankara, 1952*.
- MANNINGER, G. A. und MANNINGER, G. A. jr.: Das Leben der Getreidewanze, die von ihr verursachten Schäden und Vorschläge über ihre Bekämpfung (Magyar.) Mezog. Kutat 6 (1), S. 1–35. Budapest, 1933*.
- MEIER, N. F.: Results of the Work of the Laboratory of biological Control at the Institute for Plant Protection (Russ.). Lenin Acad. agric. Sci. 1940, S. 121–124, Leningrad 1940 a*.
- Parasites hatched in USSR in 1938–1939 out of the Eggs of the Corn Bug *Eurygaster integriceps* Osh. (Russ.). Bull. Plant Prot. 1940 (3), S. 79–82, Leningrad, 1940 b*.
- PIERCE, W. D.: A New Interpretation of the Relationships of Temperature and Humidity to Insect Development. J. Ag. Res. 5, S. 1183–1191. 1916.
- POLIVANOVA, E. N.: Factors affecting the Abundance of Cereal Bugs (Pentatomidae) in the southern Grain-growing Regions of the European Part of the Soviet Union (Russ.). Dokl. Akad. Nauk USSR 112 (3), S. 538–541. Moscow, 1957*.
- POSPELOV, V. P.: Results of the Utilization of fungus, bacterial and virus Diseases as Control Measures against agricultural Pests. Summary of the scientific Research Work of the Institute of Plant Protection for the Year 1939 (Russ.). Lenin Acad. agric. Sci. Leningrad, 1940*.
- Microbiological Method of Controlling agricultural Pests (Russ.). Proc. Lenin Acad. agric. Sci. USSR 9 (7), S. 3–8. Moscow, 1944*.

- RUBZOV, I. A.: On two Species of the Family Phasiidae (Diptera) parasitic on *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera) (Russ.). Rev. Ent. USSR 28, S. 85–100, Leningrad, 1947*.
- SCOTT, H.: An Entomological Tour in Kurdistan. Ent. Mon. Mag., 65, S. 69–82. London 1929*.
- SHCHEPETIL'NIKOVA, V. A.: The Biology of *Microphanurus semistriatus* (Nees.), the Egg-parasite of the Corn-bug (*Eurygaster integriceps* Put.) (Russ.). Bull. Plant Prot. 1940, S. 89–92, Leningrad, 1940*.
- SHELFORD, V. E.: An Experimental Investigation of the Relations of the Codling Moth to Weather and Climate. Illinois Nat. Hist. Survey. 26, S. 311–440. Urbana, 1927.
- SIDOROVNINA, E. P.: On the Hibernation of the Egg-parasite of the Bug (*Eurygaster integriceps* Osh.), *Microphanurus semistriatus* (Nees.) (Russ.). Bull. Plant Prot. 1940, S. 183–184. Leningrad, 1940*.
- STROGOYA, G. M.: The morpho-physiological Condition of *Eurygaster integriceps* during the active Period of its Life. (Russ.). Dokl. Akad. Nauk USSR (N. S.) 73, S. 217–219, Moscow, 1950*.
- SWEETMAN, H. L.: The Principles of Biological Control. Wm. C. Brown Co., Dubuque, Iowa, 1958.
- TALHOUK, A. S.: The Effect of Parathion Dusts on *Eurygaster integriceps* Put. (Hemipt.). Bull. ent. Res. 42, S. 375–377. London, 1951.
- Further Trials with Parathion Dusts against *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Pentatomidae). Bull. ent. Res. 45, S. 495–500. London, 1954.
- TISCHLER, W.: Zur Ökologie der wichtigsten in Deutschland an Getreide schädlichen Pentatomiden. I. Z. Morph. u. Ökol. Tiere, 34, S. 317–366. Berlin, 1938.
- TZITOVICH, I. K. et SNITKO, YU. S.: The Susceptibility of Phases of one Generation of *Eurygaster integriceps* Put. to Dichlorodiphenyltrichloroethane (Russ.). Dokl. Akad. Nauk USSR (N. S.) 70, S. 153–155. Moscow, 1950*.
- UN Publication 58 – XVII-I. Statistical Yearbook 1958. New York, 1958.
- VASSILIEV, I. V.: *Eurygaster integriceps* Put., and new Methods of fighting it by aid of its parasites (Russ.). Entomological Works of the Scientific Committee. Ministry of Agric. St. Petersburg, 1913*.
- VODJDANI, S.: Contribution à l'Etude des Punaises des Céréales et en particulier d'*Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Pentatomidae, Scutellerinae). Annales des Epiphyties, 1954, S. 105–160. Paris, 1954.
- WATANABE, C.: On five Scelionid Egg-Parasites of some Pentatomid and Coreid Bugs from Shikoku, Japan (Hymenoptera : Proctotrupoidea). Trans. Shikoku Ent. Soc. Japan. 2, S. 17–26. Shikoku, 1951.
- WEBSTER, J. F.: Notes on the Oviposition Habits of *Eurygaster integriceps* in Northern Iraq. Rev. Applied Ent. (A) 17, S. 290. (1929).
- ZWÖLFER, W.: Beiträge zur Kenntnis der Schädling fauna Kleinasien. I. Untersuchungen zur Epidemiologie der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. (Hemipt. Het.). Z. ang. Ent. 17, S. 227–252. Berlin, 1930.
- Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule *Panolis flammea* Schiff. Z. ang. Ent. 17, S. 475–562. Berlin, 1931.
- Beiträge zur Kenntnis der Schädling fauna Kleinasien. II. Über die Beziehungen der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. zu biotischen Umweltfaktoren. (Nebst Bemerkungen über deren praktische Verwertbarkeit.) Z. ang. Ent. 19, S. 161–187. Berlin, 1932 a.
- Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. ang. Ent. 19, S. 497–513. Berlin, 1932 b.
- Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit.) Z. ang. Ent. 20, S. 1–50. Berlin, 1934.
- The Study and Control of the Sunn Pest. Report to the Government of Turkey. FAO Rept. No. 1059. Rome, 1959.

* Diese Arbeiten waren nur im Referat der Rev. Appl. Entom. Series (A) zugänglich.

LEBENS LAUF

Ich, ABDUL MON'IM S. TALHOUK, drusischer Konfession und libanesischer Staatsangehörigkeit, wurde am 13. Dezember 1913, als dritter Sohn des ehem. libanesischen Landesministers für Gesundheit, Dr. med. SALIM TALHOUK, und seiner Ehefrau Emilia (geb. TALHOUK) in Fayum, Ägypten, geboren.

Nach der Übersiedlung meiner Eltern nach Beirut, Libanon, besuchte ich ab 1921 verschiedene Schulen, zuletzt die Mittelschule der Amerikanischen Universität Beirut und absolvierte sie 1931 mit dem „Highschool Diplom“.

Von 1931–1933 studierte ich an dieser Hochschule zunächst Mathematik, Chemie und Physik. Anschließend war ich ein Jahr an einer landwirtschaftlichen Schule tätig. 1934–1945 arbeitete ich praktisch im landwirtschaftlichen Betrieb meiner Eltern. Von 1945–1948 studierte ich wieder an der Amerikanischen Universität in Beirut Biologie und Chemie. 1948 legte ich hier das Diplom des „Bachelor of Arts“ ab. 1948–1949 war ich als Entomologe der Near East Foundation tätig, von 1949–1953 in gleicher Eigenschaft am syrischen Landwirtschaftsministerium als Abteilungsleiter für entomologische Forschung. Während dieser Zeit war ich für $\frac{1}{2}$ Jahr zu einem Kurs über entomologische Forschungsmethoden am Imperial College of Science and Technology, London, beurlaubt. Seit 1953 wirke ich als Dozent auf Zeit für angewandte Entomologie an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Amerikanischen Universität Beirut. 1955 wurde ich dort zum „Magister of Science“ für Zoologie ernannt. Seitdem bin ich als Assist. Professor für angewandte Entomologie an dieser Universität tätig, der ich jetzt als ständiges Mitglied anhöre.

An fachwissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen veröffentlichte ich bis jetzt (zumeist auf englisch) insgesamt 18 Beiträge.

A. S. TALHOUK

